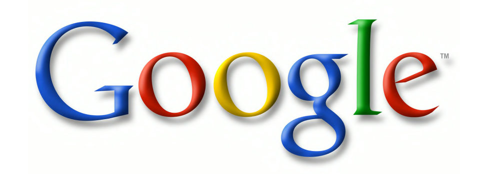



3 3433 06272892 2

DICTIONNAIRE

D'ÉLECTRICITÉ

ET DE

MAGNÉTISME

DICTIONNAIRE D'ÉLECTRICITÉ

ET DE

MAGNÉTISME

Illustré de Figures intercalées dans le texte

COMPRENANT

LES APPLICATIONS AUX SCIENCES, AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

A L'USAGE

Des Électriciens, des Ingénieurs, des Industriels, etc.

PAR

JULIEN LEFÈVRE

PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES SCIENCES DE NANTES

Avec la Collaboration

D'INGÉNIEURS ET D'ÉLECTRICIENS

PRÉCÉDÉ D'UNE INTRODUCTION

Par M. E. BOUTY

Professeur à la Faculté des sciences de Paris.

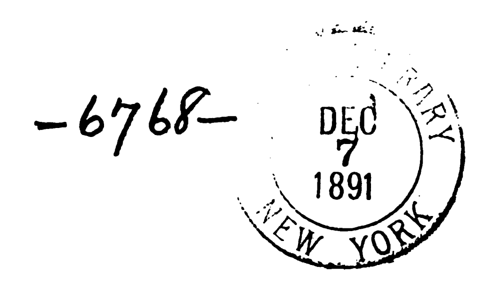
Avec 1125 figures intercalées dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain

1891


-6768-
DEC
7
1891
NEW YORK

INTRODUCTION

Notre époque est particulièrement avide de renseignements. A mesure que l'objet de la connaissance humaine devient plus étendu, il semble que, loin de décourager la curiosité des esprits, la multiplicité des notions à acquérir, à pénétrer, à classer, ne fait que l'aviver davantage et que la capacité de nos mémoires, déjà si éprouvées, s'accroît complaisamment en proportion des faits et des idées nouvelles que nous voulons à toute force y loger. Jamais on n'a lu autant qu'aujourd'hui; jamais les cours et conférences de toute espèce n'ont été plus multipliés. Est-ce vraiment le désir de la jouissance matérielle poussée à l'excès, n'est-ce pas plutôt un irrésistible besoin de savoir qui tourmente et dirige à leur insu nos sociétés modernes?

Peu de matières scientifiques ont le privilège d'exciter la curiosité générale au même degré que l'électricité et ses applications. C'est qu'ici l'inattendu, le merveilleux, qui nous séduit malgré que nous en ayons, se retrouvent partout jusque dans les objets de l'usage le plus prosaïque; c'est aussi que les appels à cette curiosité se multiplient journellement autour de nous et jusqu'à nous obséder.

L'électricité nous poursuit partout: dans la rue, où elle lutte avec le gaz pour nous éclairer et avec la vapeur pour nous conduire (*tramways électriques*); en chemin de fer où elle a spécialement la charge des signaux et nous protège en cas d'accident; dans l'usine et dans le petit atelier, où elle distribue la force motrice, dans les gorges des montagnes où elle l'emprunte aux chutes d'eau inutilisées; au bureau de poste, au théâtre, jusque dans les accessoires de ballet et dans les cheveux des danseuses (*bijoux électriques*); à la maison même, où l'électricité devient notre commensale et notre plus précieux serviteur. A notre gré, elle transporte au loin les plus puissants efforts comme les moindres vibrations de la parole humaine : un fil de métal la conduit, inerte en apparence; une couche de vernis, un peu de paraffine ou de gutta-percha suffit à la détourner; à la faveur d'actions chimiques convenables, on emmagasine cette foudre disponible comme une simple denrée (*accumulateurs*), ou

plutôt on la convertit en une valeur représentative comme un vrai capit que l'on peut réaliser à volonté, ou transformer de cent manières différente Des milliers de savants, d'inventeurs épuisent leur génie à en analyser l propriétés, à en poursuivre les applications ; c'est déjà un sujet si comple et si touffu dans sa richesse que les traités généraux ne suffisent plus à l'en brasser dans toutes ses parties. Il y faut déjà des dictionnaires.

La science de l'électricité s'est en effet développée avec une rapidité surpr nante par la collaboration des ingénieurs et des physiciens ; parfois l applications y ont devancé la théorie, mais plus fréquemment elles l'o suivie, apportant à chaque nouvelle découverte due à la recherche désint ressée des savants quelque consécration brillante et inattendue. Le siè dernier ne connaissait que les actions électrostatiques : la loi fondamentale fut découverte par Coulomb, leur étude eut pour corollaire l'invention du par tonnerre. La pile ne date que d'un siècle, mais pour porter ses fruits pratiqu la découverte de Volta devait être fécondée par celles d'Œrsted et d'Ampè qui trente ans plus tard créaient la science de l'électrodynamique, et Faraday, qui, après une nouvelle période de dix ans, créait celle de l'inductio Les actions mécaniques des courants une fois mises en évidence, les appl cations ont surgi pour ainsi dire d'elles-mêmes ; en premier lieu la télégraph électrique qui, imaginée par Ampère, et bientôt rendue pratique par les soi de constructeurs et de spécialistes, est devenue une des nécessités de la vie d nations modernes. Pour parer aux exigences d'un service toujours plus cor pliqué, les télégraphistes à leur tour ont dû devenir des savants, créer d méthodes, des instruments de mesure d'une délicatesse infinie : on doit à justice de dire que c'est entre leurs mains que se sont préparées de longue da les inventions dont la multiplication presque subite a rendu possible la br lante *Exposition d'électricité* de 1881 et nécessaire le *Congrès international d électriciens* réuni à cette occasion. C'est dans ce congrès qu'ont été arrêtés l noms nouveaux des unités électriques et que, par un élan de reconnaissan unanime, les représentants autorisés de la science et de l'industrie du mon entier ont rendu à jamais populaires les noms de Coulomb, de Volta, d'Ampè et de Faraday, auxquels on a joint celui plus modeste de Ohm, auteur de découverte des lois numériques de la conductibilité électrique (*ohm*, *vo* *ampère*, *coulomb* et *farad*).

Une science qui n'est pas encore en pleine possession d'elle-même ; d notions d'origine très diverse, quelquefois sans lien théorique sérieux ; u lar 'le à laquelle les nécessités de l'atelier, la fantaisie ou la vani

des inventeurs ajoutent incessamment des mots nouveaux qui ne constituent pas toujours une richesse; une synonymie compliquée et parfois bizarre jusqu'à dérouter les savants de profession, tels sont les éléments un peu disparates que doit réunir, coordonner, élucider un dictionnaire d'électricité. L'homme du monde veut y trouver des notions très élémentaires sur les principales découvertes modernes, l'industriel des renseignements exacts sur les diverses sortes d'appareils, leur mode de construction et leur usage, le professeur des exemples simples à introduire dans son enseignement pour le varier et le moderniser, le savant lui-même des indications diverses sur des applications avec le détail desquelles ses études favorites ne l'ont pas suffisamment familiarisé. Tous enfin viendront y chercher des matériaux à utiliser suivant leurs besoins et leur génie propre, mais non des matériaux bruts, sans préparation et sans choix.

En dehors des spécialistes, peu de personnes se feront l'idée nette de la masse de documents qu'il faut compulser pour mener à bien une œuvre comme celle que nous offre aujourd'hui M. J. Lefèvre. Les éléments en sont épars dans des centaines de volumes : traités généraux, traités particuliers, publications académiques, journaux scientifiques et industriels, écrits dans toutes les langues européennes. Bien plus, il faut souvent mettre à contribution sur quelque point les connaissances pratiques des hommes spéciaux, leurs relations scientifiques ou commerciales. Des matériaux ainsi accumulés, à grand'peine, il faut savoir extraire ce qui est vraiment primordial, essentiel; réduire ici au quart, là au centième, de manière à conserver une proportion à peu près rationnelle à toutes ces richesses, et à les rendre assimilables pour un public qu'on doit supposer plus curieux et intelligent que spécialement préparé par de longues études théoriques.

Pour faire un bon dictionnaire d'électricité, il ne suffit donc pas d'être un *électricien :* il faut avant tout faire œuvre de professeur et savoir trouver dans chaque article la matière d'une petite monographie, claire, concise et le plus possible indépendante des autres. Plus certains sujets seront traités d'une manière élémentaire, plus il deviendra indispensable que l'auteur en possède à fond les théories les plus élevées, sous peine d'être inexact en voulant rester bref, ou confus en visant à être complet. M. Julien Lefèvre, ancien élève de l'École normale, agrégé de l'Université, professeur au lycée et à l'École des sciences de Nantes, bien connu de ses maîtres comme un chercheur consciencieux et un professeur intelligent, offrait à cet égard des garanties sérieuses, et se trouvait désigné d'autre part par son habitude de l'enseignement technique. Je crois pouvoir affirmer qu'il a réussi.

Ce n'est pas que tous les articles de son dictionnaire d'électricité nous para
sent d'un mérite uniforme. Toute la partie technique est traitée avec un s
scrupuleux et un grand luxe d'informations ; j'y ai appris pour ma part b
des particularités que j'ignorais ; beaucoup de lecteurs, j'espère, feront vol
tiers le même aveu, et ce n'est pas un petit éloge pour un livre dont l'ob
essentiel est d'être un recueil de renseignements. Peut-être aurais-je com
sur quelques développements plus complets et plus modernes, dans la par
théorique, si nécessaire en électricité. Il est vrai que l'ordre dispersé, imp
par les caprices de l'alphabet, se prête bien mal aux nécessités d'un enseig
ment coordonné, qu'un excellent manuel ainsi découpé ferait peut-être as
triste figure, bref qu'un dictionnaire n'est pas un traité et ne peut y supplé
que personne enfin ne songera à y puiser des notions qui doivent être co
sidérées comme acquises, et qu'il suffit de rappeler brièvement. C'est à
point de vue très légitime que s'est placé M. Julien Lefèvre, et bien qu
grain de coquetterie de plus à l'égard de la théorie n'eût pas été pour n
déplaire, nous reconnaissons volontiers que l'excès opposé aurait eu d'aut
inconvénients graves.

Dans l'ordre des applications, il ne suffit pas d'un style net, sobre et préc
il faut savoir parler aux yeux. Un schéma bien choisi, une bonne figure d'
semble ne sont pas de purs ornements, une simple *illustration* du texte,
permettent de le rendre très concis sans obscurité et pourraient parfois
suppléer presque entièrement. Celui qui feuilletera d'un œil distrait
dictionnaire de M. Lefèvre sera promptement arrêté par quelque belle grav
qui éveillera sa curiosité et forcera son attention : ce sera pour lui com
une promenade dans une exposition avec un guide à la fois très discret
universellement compétent.

Nous ne pouvons que louer MM. J.-B. Baillière pour le soin typographic
qu'ils ont apporté à la publication de ce *Dictionnaire d'électricité :* la multiplic
des gravures, leur choix, leur parfaite exécution contribueront pour u
bonne part au succès de cet ouvrage, tant auprès du grand public que chez
hommes spéciaux auxquels il sera plus particulièrement indispensable.

E. Bouty.

PRÉFACE

Il n'est pas besoin de rappeler ici le développement si rapide qu'a pris l'Électricité depuis quelques années. L'Exposition de 1881 réunit pour la première fois les applications déjà nombreuses de cette science, et montra quelle immense variété de services elle peut nous rendre. Depuis cette époque, bien des changements se sont produits; certains procédés ont été abandonnés; d'autres se sont créés ou ont pris un essor inattendu. L'Exposition de 1889 a permis d'apprécier ces modifications. Parmi les merveilles accumulées dans la galerie des machines, l'Électricité tenait une place des plus honorables. Les divers systèmes d'éclairage électrique, les moteurs et les dynamos les plus récents, les applications les plus diverses, étaient largement représentés.

A la suite de cette Exposition, qui a placé sous nos yeux les appareils et les méthodes électriques du monde entier, le moment nous a paru exceptionnellement favorable pour écrire ce Dictionnaire. Nous nous sommes proposé surtout de consacrer la plus large part aux applications de l'électricité et du magnétisme; en conséquence, nous nous sommes appliqué à faire connaître, à côté des appareils en quelque sorte classiques et dont la description ne saurait être omise, le plus grand nombre possible d'appareils nouveaux. D'ailleurs, nous ne nous sommes pas borné aux applications qui ont été imaginées en France; grâce aux circonstances favorables que nous signalions plus haut, nous avons pu y joindre la description de toutes les machines intéressantes employées à l'étranger. Notre ouvrage est donc extrêmement complet, et comme il a été écrit et imprimé en très peu de temps, le lecteur est certain d'y trouver un tableau fidèle et complet des applications actuelles de l'Électricité.

Parmi ces applications, la télégraphie et la téléphonie sont représentées par un certain nombre d'articles qui, réunis ensemble, formeraient un véritable

volume : *isolateur*, *jack-knife*, *microphone*, *relais*, *réseau*, *siphon-reco*
taxe, *télégramme*, *télégraphe*, *télégraphie*, *téléphone*, *téléphonie*, etc.

Des articles très complets sont consacrés aux piles, aux accumulateurs,

Les applications aux chemins de fer sont décrites aussi très complète dans les articles : *block-system*, *cloche*, *frein*, *intercommunication*, etc.

L'éclairage électrique a fourni la matière des articles : *bougie*, *câble*, *c lisation*, *éclairage*, *incandescence*, *lampe*, etc., dont quelques-uns sont détaillés.

Les méthodes et appareils de mesures, les applications électroch ques, etc., sont également décrits avec soin.

Mais, tout en faisant une large part aux applications, nous n'avons négligé la partie théorique. Le *Dictionnaire d'électricité et de magné* contient aussi l'indication de tous les théorèmes et de tous les principes lesquels s'appuie la science électrique. Pour cette partie, nous avons devoir abandonner complètement la théorie des deux fluides et les hypoth surannées qu'on trouve encore dans beaucoup d'ouvrages. Tout en évitan multiplier les calculs, nous avons eu soin de nous conformer aux théorie plus nouvelles; suivant ces théories, nous avons rejeté les explications p ment hypothétiques et nous nous sommes borné, à indiquer, en pa des faits d'expérience, les résultats que l'on déduit des propriétés m matiques de l'Électricité.

Il est à peine besoin d'ajouter que l'on trouvera encore dans ce Diction l'indication et la définition de tous les termes usités en électricité, et les autres renseignements que doit contenir un ouvrage de ce genre.

En outre un supplément a été consacré à réparer quelques omissi inévitables dans un travail d'aussi longue haleine, et à décrire quelques a reils imaginés pendant le cours de l'impression de notre livre. Nous proposons d'ailleurs de compléter ultérieurement ce *Dictionnaire* pa supplément plus étendu.

Le *Dictionnaire d'électricité et de magnétisme* est donc une véritable enc pédie, dans laquelle chaque lecteur trouvera facilement les articles qui vent l'intéresser et les renseignements qui lui sont nécessaires.

Enfin, comme la lecture d'un dictionnaire paraît souvent un peu pén nous avons cherché à éviter cet inconvénient et nous espérons y avoir ré en adoptant des caractères assez gros et en illustrant le texte par de n breuses gravures.

En terminant cette préface, nous devons remercier les inventeurs, c

tructeurs et auteurs, qui nous ont facilité notre travail en mettant avec empressement à notre disposition les documents qu'ils possédaient, et fréquemment en rédigeant pour nous des notes inédites, et qui ont bien voulu devenir ainsi en quelque sorte les collaborateurs de ce Dictionnaire.

Je citerai en France : MM. BARDON, CARPENTIER, CHARDIN, CHATEAU, DUCRETET, GAIFFE, GEORGES GILLET, FABIUS HENRION (de Nancy), HARLÉ (de la maison Sautter Lemonnier), HENRY LEPAUTE, MAICHE, DE MERITENS, MILDÉ, RICHARD frères, TROUVÉ, LAZARE WEILLER, SCIAMA (maison Bréguet), la Société alsacienne de constructions mécaniques, à Belfort.

MM. de BAILLEHACHE, GEORGES DUMONT (chemin de fer de l'Est), POL LEFÈVRE (chemin de fer de l'Ouest), SARTIAUX (chemin de fer du Nord), nous ont fourni d'utiles matériaux pour les applications de l'électricité aux chemins de fer.

A l'étranger : MM. ALIOTH (de Bâle), CUENOD SAUTTER (de Genève), GANZ (de Buda-Pesth), MIX et GENEST (de Berlin), MOURLON (de Bruxelles), SIEMENS et HALSKE (de Berlin), l'*Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*, à Berlin, MM. SPERRY (à Chicago), SWAN (à Londres), THOMSON-HOUSTON (à Hambourg), WOODHOUSE and RAWSON (à Londres) nous ont adressé de précieuses communications.

Nous avons aussi fait de nombreux emprunts au *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, de GORDON, à l'*Histoire de la Téléphonie*, de M. J. BRAULT, à la *Télégraphie actuelle*, de M. MONTILLOT, enfin, pour la partie théorique, aux excellents ouvrages de MM. MASCART et JOUBERT.

M. Bouty, professeur à la Faculté des sciences, a bien voulu écrire une Introduction pour notre Dictionnaire. Nous ne pouvions désirer pour notre œuvre un patronage plus élevé, ni une plus haute récompense des soins que nous avons apportés à sa rédaction. Nous sommes donc très heureux, en terminant, d'exprimer à M. Bouty notre vive reconnaissance et de le prier d'accepter nos remerciements les plus sincères.

J. LEFÈVRE.

Nantes, 30 mars 1891.

DICTIONNAIRE

ÉLECTRICITÉ ET DE MAGNÉTISME

A

:MENT. — Les abonnements aux ·léphoniques urbains sont de deux ıbonnement principal, qui comporte l'un poste téléphonique complet et ne reliant l'abonné à un bureau cen- ıbonnement supplémentaire, qui com- ;age d'un poste téléphonique complet, par la ligne de l'abonné principal, et ns les locaux reconnus par l'adminis- omme faisant partie du même immeu- poste téléphonique complet se com- ıtre les générateurs d'électricité, d'un récepteur et transmetteur et d'un dis- l'appel.

les principales clauses du règlement . ce sujet au mois de novembre 1889.

. — Le matériel de la ligne et les généra- lectricité sont fournis par l'État. Les divers : composant un poste téléphonique complet :essoires qui seraient demandés par l'abonné rnis par lui. Il est tenu de les choisir parmi :les types indiqués par l'Administration, et voir à leur renouvellement quand ils sont impropres au service. Ces appareils, avant ıis en place, doivent avoir été vérifiés et par les agents de l'Administration.

ıe, les postes téléphoniques et les accessoi- installés et entretenus par l'Administration frais.

les détériorations qui seraient le résultat extérieur ou d'un usage anormal de l'ap- steront à la charge de l'abonné.

. — Le montant annuel de l'abonnement est fixé :

'rancs à Paris;

francs dans les villes des départements où ı réseau souterrain ;

·ancs dans toutes les autres villes de France. :duit de 50 p. 100 pour les services publics et de 25 p. 100 pour les services publics rtements et des communes.

es villes où l'abonnement n'est que de :s, l'abonné doit, en outre, comme part 'rais de premier établissement, une somme ıcs par 100 mètres ou fraction de 100 mè- l simple. Le montant de cette redevance la demande de l'abonné, être réparti sur période de l'abonnement et perçu semes- ıt par parties égales.

Le montant annuel de l'abonnement supplémentaire, quand le poste est utilisé, soit par l'abonné principal pour les besoins de son commerce ou de son industrie, soit par ses cessionnaires, est fixé :

A 160 francs à Paris;

A 120 francs dans les départements.

Quand le poste supplémentaire est utilisé par l'abonné principal pour ses besoins personnels, il est fixé à 50 francs à Paris et à 40 francs dans les départements.

Les cercles et établissements ouverts au public acquittent un abonnement double de l'abonnement normal.

Les accessoires installés sur la demande de l'abonné entraînent un supplément d'abonnement égal à 15 p. 100 de la valeur de ces accessoires mis en place, sans que ce supplément puisse être inférieur à 5 francs, toute fraction de franc étant d'ailleurs comptée pour 1 franc.

Art. 10. — L'abonnement court à partir du jour où l'installation du poste permet la communication avec le réseau.

Art. 11. — L'abonnement principal ne peut être consenti pour moins de trois années, calculées à partir du 1er janvier ou du 1er juillet qui suit ladite installation. Mais l'abonnement à des postes supplémentaires peut être consenti pour une période moindre, sans pouvoir être inférieure à une année, calculée à partir du 1er janvier ou du 1er juillet qui suit l'installation du poste supplémentaire, ni supérieure à la période restant à courir sur l'abonnement principal.

Art. 12. — Après la première période de trois ans, l'abonnement se renouvelle d'année en année par tacite reconduction, s'il n'a pas été dénoncé par l'abonné au moins un mois avant son expiration.

Art. 13. — En cas de décès de l'abonné, la durée de son abonnement n'est pas interrompue, et ses héritiers sont solidairement tenus de son exécution.

Art. 14. — L'Administration peut à toute époque mettre fin au contrat, à charge par elle de rembourser à l'abonné les sommes imputables sur la période restant à courir.

Art. 15. — L'abonnement est versé entre les mains du receveur du bureau des postes et télégraphes de la localité desservie par le réseau.

Il est payé d'avance en deux termes égaux, au 1er janvier et au 1er juillet de chaque année. Toutefois, le premier semestre est payé au moment de la signature du contrat [201 fr. 45]. En outre, la partie de l'abonnement correspondant à la période comprise entre la date où le poste peut être utilisé par l'abonné et le commencement du premier

semestre est versée au moment de la mise en service.

Il convient d'ajouter que les lignes auxiliaires des réseaux téléphoniques urbains peuvent être mises, par voie d'abonnement, à la disposition des abonnés pour leur permettre de communiquer entre eux, deux par deux; les télégrammes téléphonés peuvent être l'objet d'un abonnement de 50 francs par an ; que les communications interurbaines peuvent être accordées moyennant une provision déposée au bureau de la Bourse, à Paris. Pour les communications interurbaines, les frais de constructions depuis les fortifications jusqu'au domicile *extra muros* sont à la charge de l'abonné; la direction des postes et télégraphes en fournit le devis, et le paiement de la dépense doit être effectué à la Recette centrale du département de la Seine.

ACCIDENTS DUS A L'ÉLECTRICITÉ. — Depuis dix ans, les applications de l'électricité se sont multipliées, et les distributions d'énergie électrique deviennent chaque jour plus nombreuses. Il importe de se mettre en garde contre les accidents extrêmement graves que peuvent produire les appareils électriques, et surtout les câbles aériens ou souterrains qui conduisent l'électricité à travers les rues.

En Europe, ces accidents sont relativement rares. Deux hommes furent tués à Paris, dans le Jardin des Tuileries, le 6 août 1882, pendant une fête de nuit donnée par l'Union française de la Jeunesse : voulant franchir le fossé de l'ancien jardin réservé, ils saisirent des conducteurs traversés par des courants alternatifs d'environ 500 volts.

En Amérique, où l'usage de l'électricité est déjà très répandu, le nombre des accidents est considérable. Il y a six ou sept ans, un homme fut tué à Pittsburg par le courant continu d'une machine Brush alimentant seize lampes en tension, et donnant par conséquent 800 à 900 volts. C'est surtout à New-York, où le nombre des fils qui sillonnent les rues est extrêmement considérable, et les courants qui les traversent d'une grande intensité, que les accidents sont le plus fréquents. En dix-huit mois, huit personnes ont été tuées, et dix-sept blessées grièvement par des fils de télégraphe qui s'étaient rompus. Plus de cent décès, dus à l'électricité, ont été enregistrés en 1889. Il n'est pas de semaine qui n'ajoute son contingent à cette funèbre liste. Un ouvrier circule au cintre d'un théâtre; il touche un fil électrique : aussitôt il est foudroyé, et son cadavre se balance, en brûlant lentement, au-dessus de la foule terrifiée ; une spectatrice meurt d vante. Un ouvrier disparaît. On le cherch le trouve mort sur un toit, foudroyé p conducteur électrique.

Le 12 octobre 1889, dans un quarti plus fréquentés, un employé des télégr qui était monté, muni de souliers à cro au haut d'un immense poteau, où s'en traient des fils innombrables, fut pris s vouloir par un fil traversé par un coura tense, dont il ne put se dégager, et fut vif, sans que la foule pût le secourir. Plu personnes ont été également foudroyé des fils rompus.

Dans la nuit du 30 novembre 1889, employés étaient occupés à transporte lourde pièce métallique du trottoir da magasin, sur la Huitième Avenue ; l'un mit le pied sur une grille de fer, et, au instant, la pièce métallique vint à touche lampe à arc suspendue au-dessus de leurs le malheureux tomba immédiatement foud

Dans la nuit du 3 décembre 1889, un tra chemin de fer surélevé de la Troisième A accrocha un fil peu élevé et l'entraîna ave de sorte que deux des voyageurs recevaie secousses et les autres percevaient du c la toiture un bruit semblable à celui de la

A la suite d'accidents si terribles et quents, la municipalité de New-York a fai ver plus de 110 000 kilomètres de fils aé

Les canalisations souterraines elles-mê sont pas toujours exemptes de dangers : o récemment à Paris les chevaux se cabr les boulevards à la hauteur de la rue Lo Grand, en passant au-dessus d'un fil sout mal isolé. Quelques-uns s'abattaient c foudroyés.

A New-York, on a vu des fils mal isolé duire l'explosion des conduits souterrain

Au coin de William-Street et de Wall- (New-York), la continuité des conducteur terrains s'étant trouvée interrompue, l rant a fondu les câbles et les tubes de qui les enveloppaient, sur une longue plusieurs pieds, et même, dit-on, le pavé cent, sur une surface de 2 mètres carrés.

D'après un article récemment publi Edison, les courants alternatifs de haut sion, transmis par des conducteurs s rains, seraient beaucoup plus dangereu les fils aériens; il serait, dit-il, tout aus sonnable d'enterrer des masses de nit cérine au cœur d'une ville. « Il n'y a p Édison, de procédé d'isolement conn

puisse emprisonner, confiner ces courants à haute tension pour plus d'un temps limité ; et quand les fils sont placés sous terre, avec le système actuel de conduite, le résultat est forcément une série de contacts terrestres, la fusion des fils, la formation d'arcs électriques puissants qui s'étendront à d'autres conducteurs métalliques dans le même conduit; toute une masse de fils recevra ces dangereux courants, et les conduira dans les maisons, les boutiques, etc. Il est ainsi évident que le danger de tels circuits n'est point borné aux fils qui conduisent les courants à haute tension, mais que d'autres fils conduisant des courants inoffensifs sont en danger de devenir aussi mortels dans leurs effets que les premiers. Et quand bien même ces fils dangereux seraient placés dans des tubes séparés dans le même conduit que d'autres tubes, le risque n'en sera pas diminué. »

Nous devons ajouter cependant que les dangers prévus par l'éminent électricien nous paraissent exagérés; on sait d'ailleurs qu'Édison est l'auteur d'un système de distribution par courants continus.

D'après M. Westinghouse, les lignes souterraines du système Édison subissent des fuites importantes, peu de temps après leur établissement.

Les courants de haute tension sont en somme dangereux par eux-mêmes et aussi par les courants induits qu'ils peuvent faire naître dans d'autres conducteurs.

Il serait donc indispensable d'étudier soigneusement les conditions auxquelles doivent être soumises les installations électriques.

ACCOUDOIR POUR TÉLÉPHONE. — Accoudoir rembourré sur lequel on s'appuie pour maintenir sans fatigue le téléphone à l'oreille;



Fig. 1. — Accoudoir pour téléphone.

une série de crans d'élévation permet à chacun de le placer à sa hauteur (fig. 1).

ACCOUPLEMENT. — Mot par lequel on désigne quelquefois les différentes manières de réunir ensemble les piles ou les machines d'induction. (Voy. COUPLAGE).

ACCUMULATEUR. — On désigne sous le nom d'accumulateurs les appareils dérivés de la *pile secondaire* de Planté, et qui, après avoir été chargés à l'aide d'une pile primaire, peuvent restituer sous forme de courant, immédiatement ou au bout d'un certain temps, la plus grande partie de l'énergie qu'ils ont reçue. Quand on fait passer un courant entre deux lames métalliques plongées dans un liquide, les éléments qui constituent ce liquide se portent l'un sur l'électrode positive, l'autre sur la plaque négative. Si ces corps ne se dégagent pas immédiatement dans l'air, ils tendent à se recombiner et créent ainsi une force contre-électromotrice de polarisation. Tant que la force électromotrice de la pile primaire est supérieure à la force électromotrice de polarisation, la décomposition continue; mais, si l'on supprime la pile, la force de polarisation agit seule et développe un courant de sens contraire au premier, qui dure jusqu'à ce que les éléments séparés se soient recombinés complètement. Tel est le principe des accumulateurs : en théorie, toute pile, surtout ne donnant pas de dégagement de gaz, peut être transformée en un accumulateur; mais les effets sont plus ou moins énergiques, suivant la nature du liquide et des électrodes, et la charge se conserve pendant un temps plus ou moins long, suivant la nature et l'état physique des plaques.

Pile secondaire de Planté. — La pile à gaz de Grove peut être considérée comme un accumulateur; mais ce fut Planté qui obtint les premiers résultats pratiques en 1860.

Sa pile secondaire est une sorte de voltamètre, dont les électrodes sont deux lames de plomb de grandes dimensions. Pour qu'elles occupent moins de place, on les enroule toutes deux en spirale, en les séparant par deux bandes de caoutchouc pour les empêcher de se toucher. Si l'on fait communiquer les deux lames avec les pôles d'une pile, comme le montre la figure 2, l'oxygène qui se porte sur la lame positive transforme le plomb en peroxyde, tandis que l'hydrogène se dégage sur l'autre lame. Deux éléments de Bunsen suffisent à charger une pile secondaire; si l'on supprime ensuite la pile, on peut recueillir le courant secondaire et l'employer à rougir un fil de platine F ou à tout autre usage.

Formation de la pile secondaire. — En réalité, après avoir chargé une seule fois la pile secondaire, on n'obtiendrait qu'un courant de

durée très faible : il faut d'abord former l'élément, c'est-à-dire y faire passer un grand nombre de fois dans les deux sens le courant

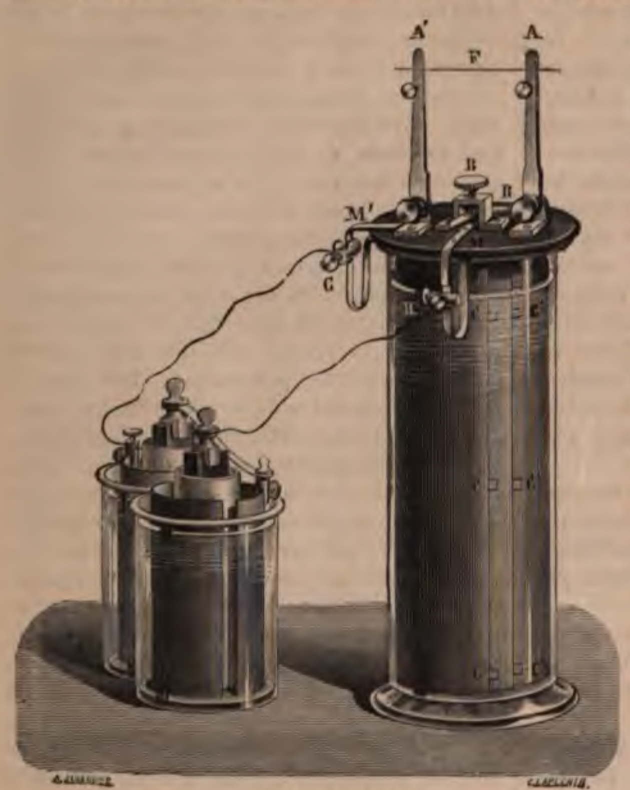


Fig. 2. — Pile secondaire de Planté.

d'une pile primaire ou d'une machine. A chaque opération, l'hydrogène réduit l'oxyde formé pendant la charge précédente, et cette série d'oxydations et de réductions produit à la surface du métal une couche poreuse, dont la profondeur va en augmentant, et qui est éminemment propre à condenser une grande quantité de gaz. Planté a montré d'ailleurs qu'on peut abréger cette formation de l'élément, ordinairement très longue, en plongeant d'abord les lames pendant vingt-quatre heures dans de l'acide azotique étendu de moitié de son volume d'eau. Il se produit un décapage qui agit favorablement, et l'on peut en quelques jours, après trois ou quatre interversions de courant, obtenir des effets que, sans cette précaution, on ne pourrait produire qu'après une formation de plusieurs mois.

Effets de la pile secondaire. — En associant ensemble un grand nombre de piles secondaires, G. Planté a pu obtenir des effets très puissants ; nous indiquerons plus loin un certain nombre de ces expériences (voy. AURORE BORÉALE, etc.). Les piles sont placées
côte, et un commutateur spécial perr
les grouper à volonté en tension ou en b
(fig. 3). Ce commutateur se co
d'un axe isolant portant deux
de cuivre parallèles *gg'*, et tr
par deux séries de fiches *hh'*.
le commutateur occupe la pr
position, la bande de cuivre *g*
tous les ressorts tels que *r* corr
dant aux pôles de même nor
réunit de même tous les resso
l'appareil est monté en batte
l'on tourne le commutateur de
fiches *hh'* mettent en commun
les ressorts *r* et *r'* de deux él
consécutifs : la pile est montée
sion. Pour charger la batterie
monte en quantité ; la résista
alors très faible, et il suffit d'em
deux éléments Bunsen. Pour
le courant secondaire, on disp
néralement la batterie en tensi

On a imaginé depuis quelqu
nées un certain nombre de d
tions qui permettent d'emmag
une quantité d'énergie plus
qu'avec la pile de Planté, en au
tant la dimension des lames
modifiant la nature ou l'état ph
de leur surface. Dans ces génér
on a le plus souvent abandon
plaques en spirale, dont la form
mentait les difficultés de fabrication, po
remplacer par des lames planes. Si l'o
donner aux électrodes une grande surf
met dans un même vase plusieurs lames
réunit en batterie.

Accumulateurs Reynier, de Montaud,
bath. — Dans l'accumulateur Reynier, l
ques positives et négatives sont en plo
identiques, comme dans la pile de P
Chaque plaque se compose d'une partie p
enchâssée dans un cadre fondu qui lui s
support ; des crochets en cuivre, fixés à l
tie supérieure, plongent dans des rigoles p
de mercure, pour réunir ensemble tout
plaques de même nom. Ces rigoles pern
aussi de coupler ensemble plusieurs accu
teurs, en tension ou en quantité, au mo
ponts métalliques. La figure 4 montre u
dèle de démonstration, avec vase de verre
modèle industriel, dans lequel ce vase es
placé par une caisse de bois.

La capacité de ces appareils est d'e

6 ampères-heure par kilogramme de plaques, ou 4 ampères-heure par kilogramme de poids total. Il faut environ 260 kilogrammes de plaques et 400 kilogrammes d'accumula-

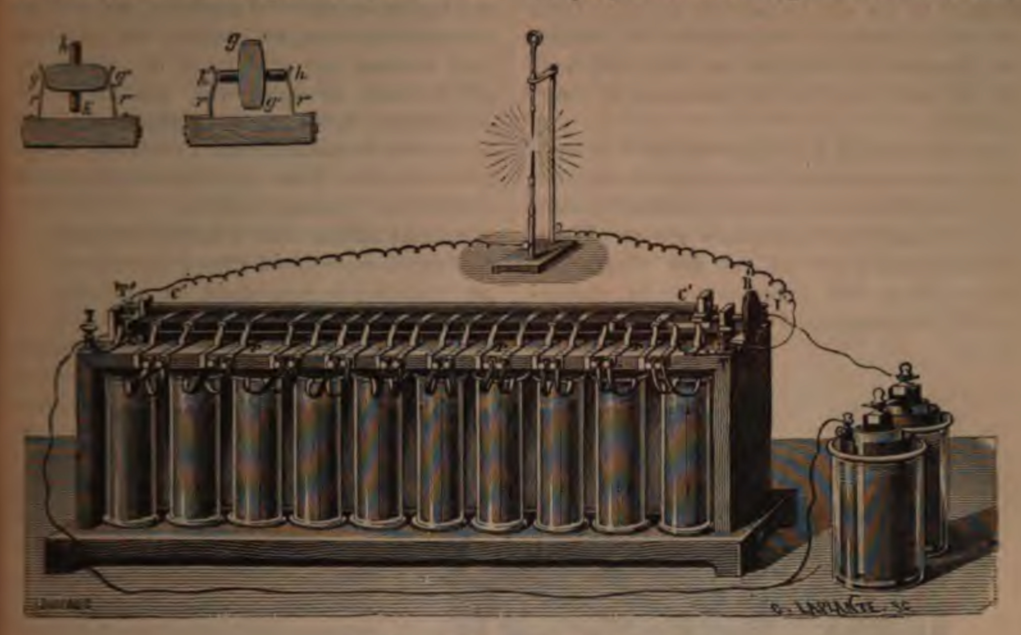


Fig. 3. — Batterie secondaire de Planté.

teur pour fournir une puissance d'un cheval.

Les accumulateurs de Montaud (fig. 5) sont formés de plaques rectangulaires également en plomb, traversées à un de leurs coins supé-

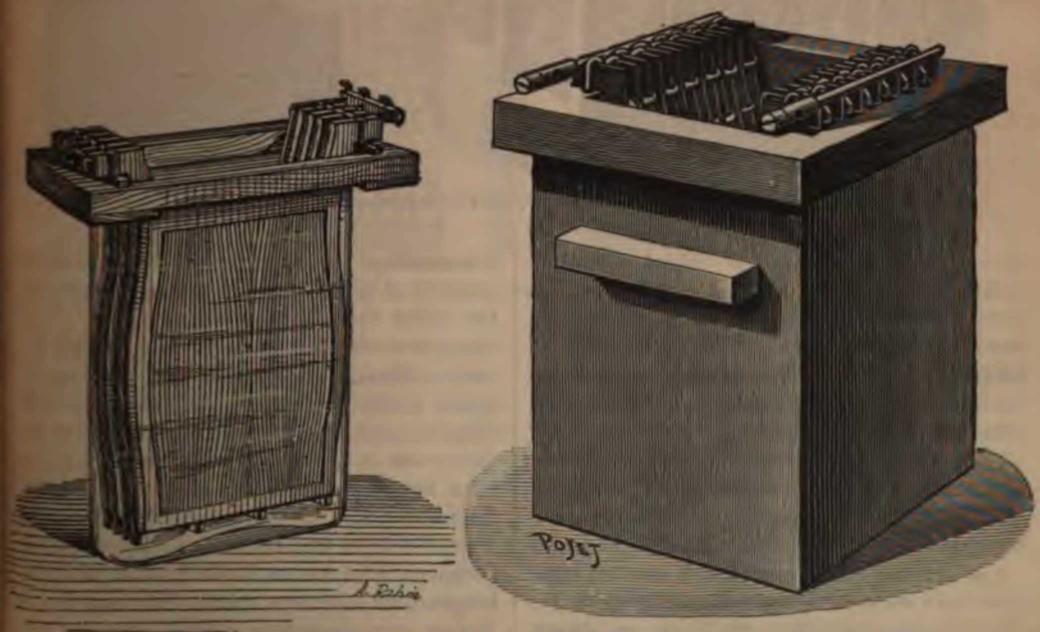


Fig. 4. — Accumulateur Reynier.

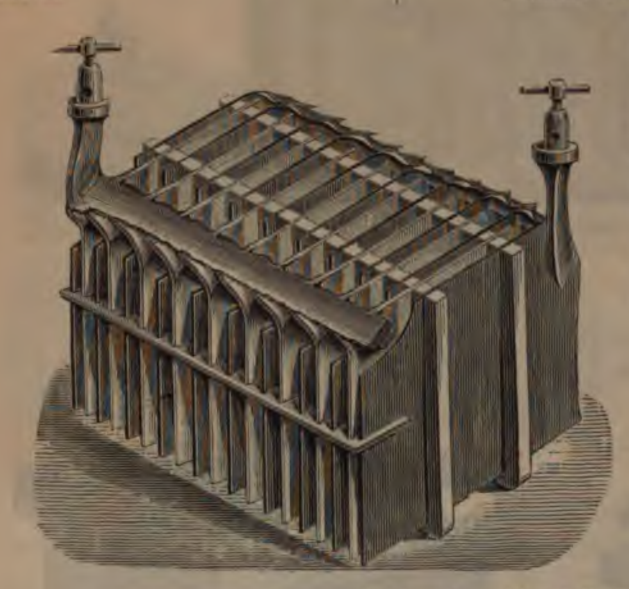
rieurs par une tige formée de plomb et d'un alliage spécial inattaquable par l'acide, qui réunit toutes les électrodes de même nom, et échancrées à l'autre coin pour laisser passer la

tige de nom contraire. Les plaques sont disposées entre les dents de peignes en bois, reposant par le dos sur le fond de la cuve. Cette disposition assure un écartement très régulier des plaques, et empêche les débris qui tombent au fond de réunir les électrodes en court circuit.

La capacité de ces appareils est d'environ 10 ampères-heure par kilogramme de plaques, ou 3,3 ampères-heure par kilogramme de poids total. Ils sont donc supérieurs aux précédents seulement au point de vue des plaques. Il faut environ 103 kilogrammes de plaques et 300 kilogrammes d'accumulateur pour un cheval.

Les plaques des accumulateurs de Kabath sont formées d'une série de lames de plomb alternativement plates et gaufrées, qui sont placées parallèlement, et réunies, au nombre de cent environ, par une lame de plomb percée de trous en quinconce, qui les entoure complètement, tout en permettant au liquide de circuler facilement dans l'intérieur. Chaque lame est munie d'une tige conductrice, qui sert à établir les communications.

Accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar. — M. Faure a cherché en 1881 à augmenter la capacité de la pile secondaire en recouvrant les lames d'oxyde de plomb. Cette disposition diminue beaucoup la durée de la formation, mais les plaques sont moins solides; l'oxyde se détache et tombe au fond, où il peut former des courts circuits. Dans les premiers modèles, les deux électrodes, de forme spirale, étaient recouvertes uniformément de minium, qui se transformait par la charge en peroxyde sur l'électrode positive et en plomb métallique sur l'autre; pendant la décharge de l'appareil, les deux plaques reprenaient leur état initial. Actuellement, on recouvre de préférence la lame positive de minium et l'autre de litharge. On a aussi renoncé aux lames de forme spirale : on les remplace par des électrodes plates, en nombre quelconque, et l'on réunit en surface toutes celles du même élément.





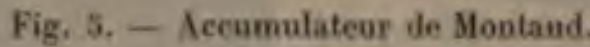


Fig. 5. — Accumulateur de Montaud.

Il importe aussi de diminuer le plus possible le poids du support de plomb inactif qui porte la couche poreuse d'oxyde, tout en retenant énergiquement cet enduit à la surface.

Les plaques contiennent deux tiers de support et un tiers d'oxyde. Elles sont formées, d'après le procédé Sellon (1882), par un alliage de plomb et d'antimoine très solide et inoxydable. Dans les modèles les plus récents (1888), les plaques se distinguent par un nouveau mode d'assemblage qui supprime complètement les contacts et collecteurs, dû également à M. Sellon. Elles sont fabriquées par paires, qui se composent chacune d'une positive et d'une négative, réunies directement par un pont du même alliage. La figure 6 montre une paire de plaques toute préparée et l'aspect de ces plaques avant et après le dépôt d'oxyde.

La figure 7 montre le mode d'assemblage des éléments.

Pour monter une batterie, on place tous les récipients bout à bout. Le premier reçoit toutes les positives extrêmes, qu'on réunit par un collecteur formant le pôle positif, ainsi qu'on le voit à gauche de la figure 7. Entre ces plaques positives, on intercale les négatives d'un pareil nombre de plaques jumelles, dont les positives

se placent naturellement dans le second vase, et l'on continue ainsi jusqu'au dernier, dans lequel les négatives extrêmes sont reliées à leur tour par un conducteur unique qui constitue le pôle négatif.

Les principaux avantages de ce système sont : l'indépendance des plaques, l'absence de toute soudure et de toutes jonctions, bornes, etc., hormis aux extrémités, la facilité d'inspection et de réparation. Quand on ne dispose pas d'un local assez long pour recevoir toute la batterie groupée en une seule ligne, on la divise en plusieurs batteries ayant chacune ses pôles montés comme il a été dit et couplées entre elles.

Ces accumulateurs, construits par la « Electric Power Storage C° », sont généralement connus sous le nom d'accumulateurs E. P. S. Ils ont une capacité d'environ 10 ampères-heure par kilogramme de plaques et de 6,6 ampères-heure par kilogramme de poids total.

Accumulateurs Julien et Paul Gadot. — Les accumulateurs Julien, qui ont été surtout appliqués à la traction des tramways, où ils donnent de bons résultats, ne diffèrent guère des précédents que par la nature de la carcasse inactive, qui est constituée par un alliage inoxydable de 95 de plomb, 3,5 d'antimoine, et 1,5 de mercure.

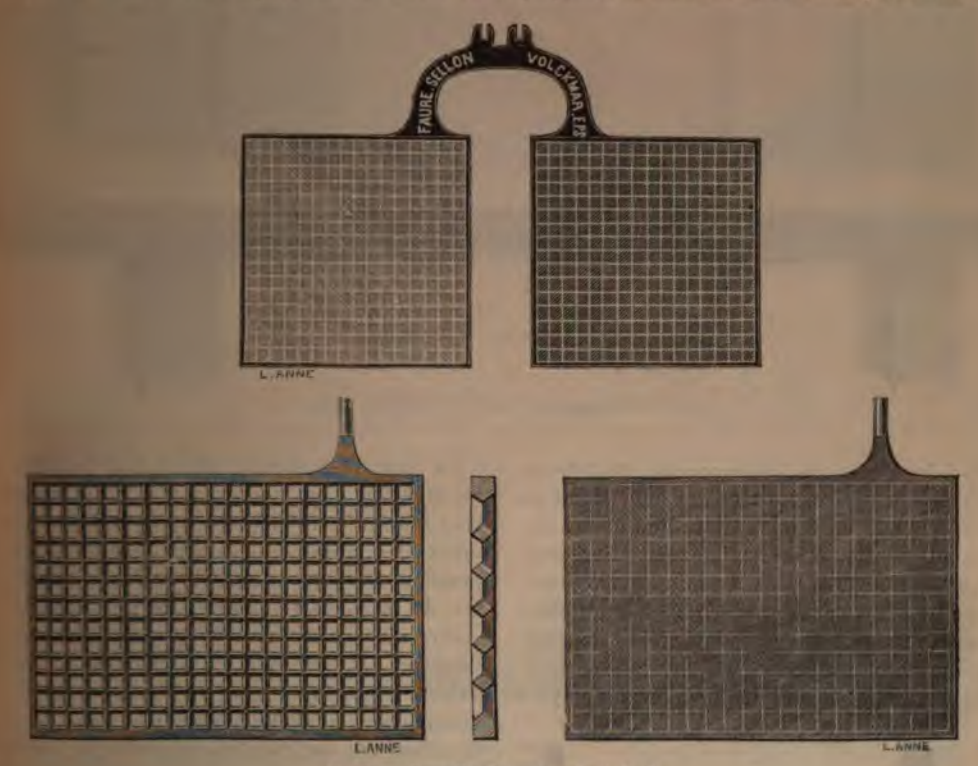


Fig. 6. — Nouvelle plaque jumelle E. P. S.

Chaque élément comprend 7 plaques positives et 6 plaques négatives de 9 centimètres de haut sur 11 de large et 25 millimètres d'épaisseur. Les supports, dont les alvéoles ont environ 6 millimètres de côté, sont remplis d'oxydes de plomb, minium et litharge, à raison de [illegible] grammes pour chaque plaque positive, et de 83 grammes pour chaque plaque négative.

Les vases contenant les éléments sont en ébonite. Chaque récipient, pesant 0,765 kilogr., est divisé par une cloison en deux compartiments renfermant chacun un élément, et dans lesquels on verse 0,815 kilogramme d'eau acidulée à raison de 15 parties d'acide sulfurique marquant 1,84 au densimètre.

Leur capacité est de 10 ampères-heure par kilogramme de plaques, et de 8 ampères-heure par kilogramme de poids total.

Quand les plaques sont faites d'un seul morceau, chacune des alvéoles qui reçoivent l'oxyde doit nécessairement aller en s'élargissant de chaque côté depuis le milieu jusqu'au bord. La matière active peut alors se détacher facile-

ment. Pour éviter cet inconvénient, chaque plaque de l'accumulateur P. Gadot forme deux parties rivées ou soudées ensemble d'une manière indestructible, qui constituent fois réunies, des alvéoles où l'oxyde de est étroitement emprisonné. On est pa

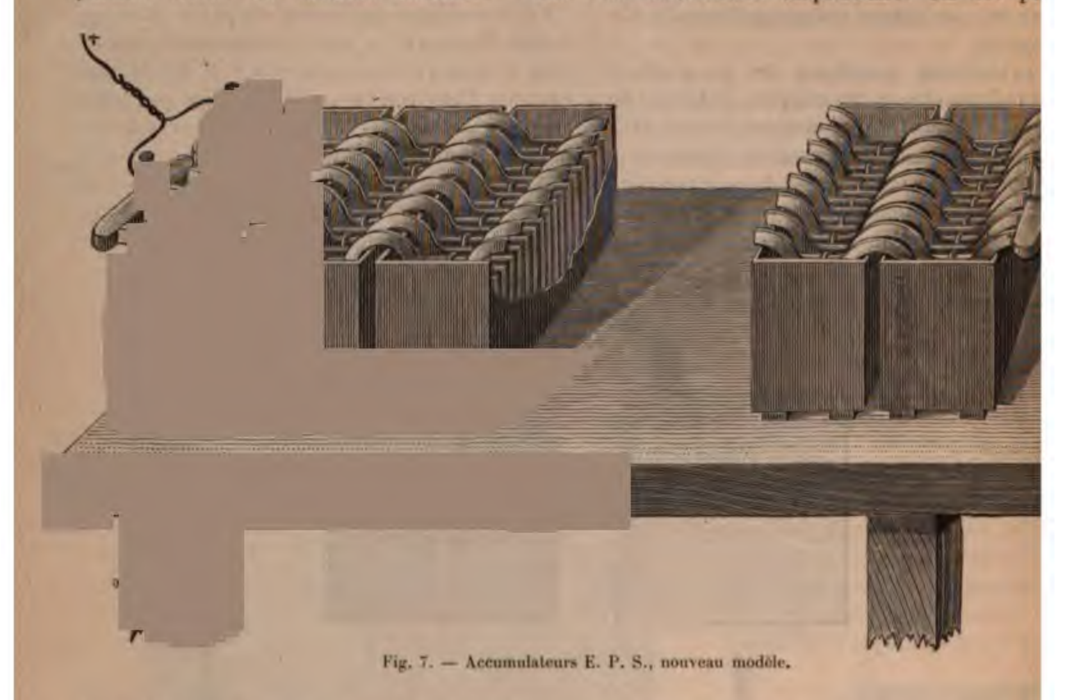


Fig. 7. — Accumulateurs E. P. S., nouveau modèle.

ainsi à faire les pastilles de matière active beaucoup plus grandes, tout en les empêchant de se détacher et de tomber, et à diminuer notablement le poids du support inactif : pour 10 plaques négatives et 9 positives, ces nouveaux modèles contiennent 7,925 kilogrammes de matière active et seulement 8,341 kilogrammes de matière inactive.

La figure 8 montre les plaques employées

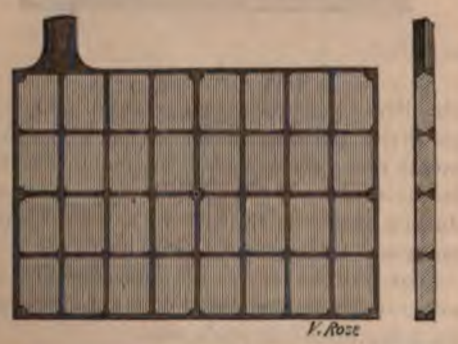


Fig. 8. — Nouvelle plaque P. Gadot, modèle 1888.

dans les modèles les plus récents; ces modèles ont une capacité de 10 à 12 ampères-heure par kilogramme de plaque.

La courbe représentée par la figure 9 m les résultats donnés par ces appareils, qu vent fournir facilement 15 heures de déc utilisable; la différence de potentiel s'al pendant ce temps de 2,04 volts à 1,75 et l'i sité de 15,9 à 13,8 ampères. La résistance rieure n'a pas dépassé 0,03 ohm. On o donc un total de 225,7 ampères-heure sables, soit 13,88 ampères-heure par gramme de plaque. La courbe inférieure in la différence de potentiel en volts, la se l'intensité en ampères et la plus élevée fai naître le nombre de watts correspondant.

Accumulateurs Fitz-Gérald. — M. Fitz-G a cherché à supprimer complètement le su inactif de plomb, qui augmente sans a utilité le poids des plaques. Il fabriqu plaques d'un mélange homogène, auq donne le nom de *lithanode*, et qui est for litharge à laquelle on ajoute seulement 5 de pierre ponce imbibée de sulfate d'a niaque, dont l'acide forme avec la lithar sel à peu près insoluble. Le mélange, placé un moule, est soumis à l'action d'un jet d peur tenant en suspension un peu de g rine, puis séché.

D'après l'auteur, la capacité de ces app

serait d'environ 20 ampères-heure, c'est-à-dire le double de celle des précédents.

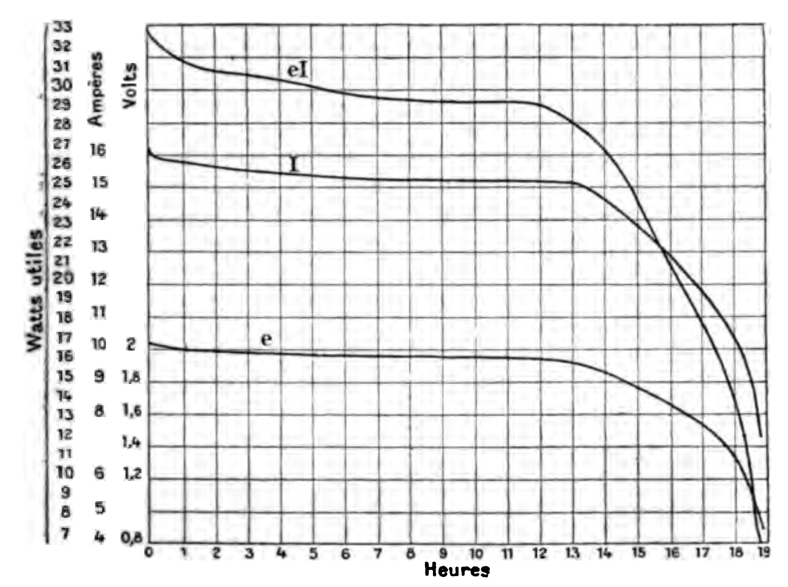


Fig. 9. — Résultats fournis par la décharge des nouveaux accumulateurs P. Gadot.

Accumulateurs de la Société pour le travail électrique des métaux. — La Société pour le travail électrique des métaux construit des accumulateurs dans lesquels la partie active des plaques est du plomb pour les électrodes négatives, et du peroxyde de plomb pour les positives. Mais ces deux substances sont préparées par un procédé particulier qui les donne très poreuses et cristallisées. On se sert pour cela de chlorure de plomb qu'on fond avec une proportion variable de chlorure de zinc. Ce mélange est coulé en pastilles (fig. 10), qu'on lave

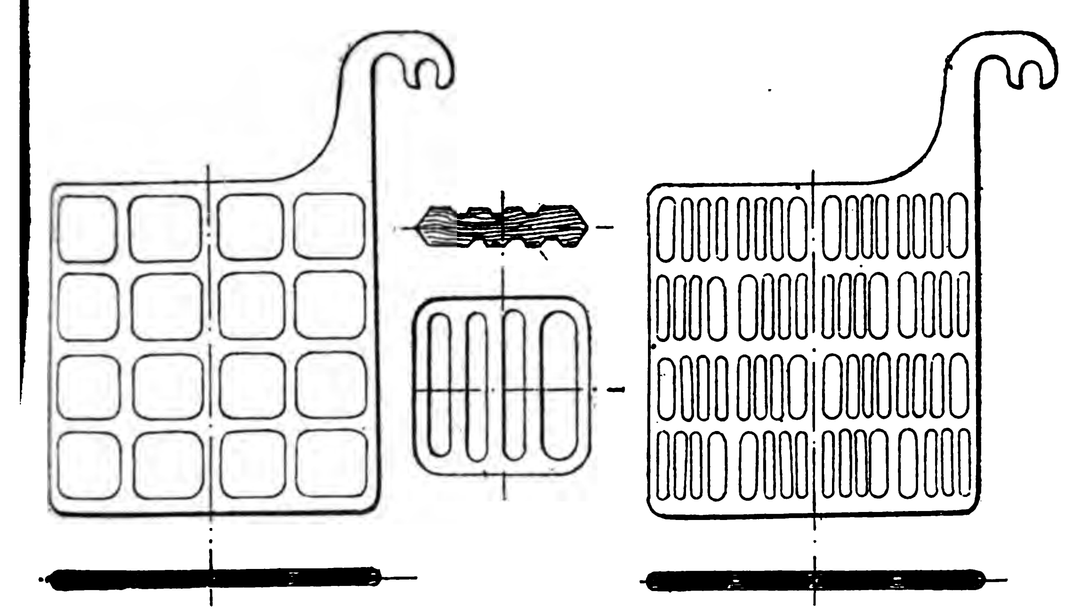


Fig. 10. — Accumulateurs n°s 4 et 6 et pastille de 10 millimètres de la Société pour le travail électrique des métaux.

à l'acide chlorhydrique, pour enlever toute trace d'oxyde ou de chlorure de zinc. Les pastilles sont ensuite enchâssées dans des cadres de plomb, puis les plaques qui doivent servir d'électrodes négatives sont débarrassées du chlore en constituant, avec des plaques de zinc, une pile dans laquelle le chlore se porte sur le zinc. Les plaques qui doivent devenir positives sont lavées, puis chauffées dans une étuve à air chaud, pour transformer les pastilles en peroxyde. On obtient ainsi des substances entièrement poreuses : le plomb des plaques négatives a pour densité 2,75 environ, et la litharge des électrodes positives 3 environ. Avec un débit de 1 ampère par kilogramme, la capacité est de 8 à 10 ampères-heure par kilogramme de plomb utile.

Accumulateur Tudor. — Dans cet accumulateur (fig. 11), les grandes surfaces actives des électrodes permettent d'obtenir des effets considérables dans un temps relativement restreint, sans modifier les conditions normales de fonctionnement ou de rendement. Ce modèle offre des conditions satisfaisantes de solidité, de rendement et de résistance aux traitements irréguliers.

Accumulateurs au cuivre Commelin-Desmazures. — Nous avons dit que toute pile ne donnant pas de dégagement gazeux était réversible et pouvait donner naissance à un accumulateur. Ainsi l'accumulateur de MM. Commelin et Desmazures n'est autre que la pile de MM. de Lalande et Chaperon rendue réversible. Il se compose d'une électrode positive en cuivre très poreux et d'une négative en zinc plongeant dans



Fig. 11. — Accumulateur Tudor.

une solution de zincate de potasse ou de soude, additionnée de chlorate de soude. Pendant la charge, l'oxygène dégagé sur le cuivre le transforme en oxyde, et le zinc se dépose sur la plaque négative ; la potasse reste en dissolution. L'appareil fonctionne alors comme une pile de Lalande. Le cuivre poreux est obtenu en comprimant du cuivre pulvérulent sous une pression de 600 à 1200 kilogrammes par centimètre carré.

Ces accumulateurs ont été appliqués en 1887 au canot électrique sous-marin de M. Zédé, expérimenté au Havre (Voy. Torpilleur). Ils ont donné seulement une force électro-motrice moyenne de 0,73 volt, mais leur capacité paraît très supérieure à celle des accumulateurs au plomb ; ceux à la lithanode pourraient seuls lutter avec eux.

Il est cependant probable que les accumulateurs au plomb finiront par l'emporter, lorsqu'on aura perfectionné leur fabrication et fait disparaître la surcharge considérable produite par le support inactif de plomb. D'après les calculs de M. Reynier, il faut théoriquement 136,2 kilogrammes de matière active pour emmagasiner un cheval-heure avec les accumulateurs au cuivre et seulement 105,47 kilogrammes avec les accumulateurs au plomb. C'est donc à ces derniers que restera sans doute l'avantage.

Charge des accumulateurs. — On voit que les accumulateurs et les piles secondaires sont inactifs par eux-mêmes : ils doivent être chargés à l'aide d'une pile primaire ou d'une machine, et peuvent ensuite être employés immédiatement ou seulement au bout de quelque temps. Remarquons d'ailleurs que le nom d'accumulateurs est inexact ; ces instruments n'accumulent pas l'électricité, comme le fait un condensateur ; c'est sous la forme d'énergie chimique qu'ils emmagasinent l'énergie électrique qu'on leur fournit, et ils la restituent ensuite sous forme d'électricité.

Lorsqu'on veut charger simultanément un certain nombre d'accumulateurs, il est préférable de les réunir en batterie pour qu'ils offrent moins de résistance au courant primaire; pour la décharge, on les accouple le plus souvent en série.

Pour un accumulateur bien chargé, la force électromotrice initiale est d'environ 2,5 volts, mais elle s'abaisse bientôt à 2 volts, pendant la durée du service; la résistance est d'ailleurs très faible, elle varie de 1/5 à 1/100 d'ohm. Il résulte de là que ces appareils peuvent fournir des courants très intenses. Pour les charger, on peut employer une pile ou une machine magnéto ou dynamo-électrique. Dans le premier cas, on ne peut donner évidemment à l'appareil qu'une force électromotrice inférieure à celle de la pile; il faut donc prendre assez d'éléments pour que la force électromotrice totale dépasse 2,5 volts, par exemple 2 Bunsen ou 3 Daniell. Si l'on se sert d'une machine, il faut éviter que la vitesse se ralentisse assez pour que la force électromotrice devienne inférieure à celle que possède déjà l'accumulateur; sans cette précaution, il se déchargerait à travers la machine.

On reconnait que la charge est terminée quand les gaz commencent à se dégager, mais ce procédé n'est pas très précis. Il vaut mieux mesurer de temps en temps la force électromotrice, jusqu'à ce qu'on s'assure qu'elle n'augmente plus. On peut se servir encore d'un appareil automatique qui établit ou interrompt la communication avec la source, suivant que la force électromotrice de celle-ci est supérieure ou inférieure à celle des accumulateurs (Voy. CONJONCTEUR).

Rendement des accumulateurs. — Les accumulateurs ne restituent jamais qu'une partie de l'énergie électrique qu'ils ont emmagasinée sous forme d'énergie chimique : le rapport de ces deux quantités est ce qu'on nomme leur rendement. Ce rendement peut varier beaucoup avec l'état des accumulateurs, qui doivent être nettoyés de temps en temps. Quand ils sont en parfait état, il peut s'élever à 90 p. 100 si on les emploie le jour même de leur charge, à 80 p. 100 si l'on ne s'en sert qu'au bout de quelques jours. Les plaques négatives peuvent servir à peu près indéfiniment : les électrodes positives s'usent au contraire assez vite et doivent être remplacées au bout d'un certain temps; de là une dépense d'entretien qui s'élève à environ 20 p. 100 du prix des appareils, dépense assez importante par conséquent, puisque ce prix d'achat est lui-même élevé.

Utilité des accumulateurs. — Nous venons de voir que l'emploi des accumulateurs suppose nécessairement une certaine perte, et qu'ils ne rendent jamais d'une manière complète l'énergie qu'ils ont absorbée. Malgré ce défaut, ils peuvent rendre des services dans bien des cas, et surtout pour l'éclairage.

Ils permettent d'abord de réduire les dimensions des machines qu'on aurait à employer sans leur secours, et diminuent ainsi les frais d'amortissement et la place occupée par l'installation. Un des principaux obstacles à l'extension de la lumière électrique, c'est la difficulté de trouver au sein d'une grande ville, à Paris par exemple, un emplacement assez grand pour installer des machines d'une force motrice suffisante : il faut en effet un cheval-vapeur pour un foyer Jablochkoff ou pour huit lampes à incandescence de vingt bougies. Il faut en outre compter avec les règlements qui régissent l'installation des chaudières à vapeur dans les immeubles habités.

C'est ici que l'emploi des accumulateurs peut être utile. Supposons en effet qu'on veuille installer 100 lampes à incandescence de 20 bougies, devant fonctionner pendant quatre heures chaque jour. Il faudra un moteur de 13 chevaux marchant pendant la durée de l'éclairage. Si au contraire on emploie des accumulateurs, on pourra les charger à l'aide d'une machine fonctionnant pendant douze heures : il suffira donc d'employer, pour avoir le même résultat, une force trois fois moindre, soit 4,33 chevaux. En réalité ce calcul n'est pas tout à fait exact : il faut tenir compte du rendement des accumulateurs, qui ne dépasse guère 80/100, de sorte que la force nécessaire sera $4{,}33 \times 100/80$ ou 5,4 chevaux. Cette diminution permettra de remplacer la machine à vapeur par un moteur à gaz, beaucoup plus facile à installer. Il est vrai qu'avec ces moteurs le prix de revient de la force est un peu plus élevé, mais en revanche la simplicité de la mise en marche permet de se dispenser d'un chauffeur.

Une seconde raison rend l'emploi des accumulateurs indispensable dans toute installation d'éclairage un peu importante : c'est la nécessité de régulariser la lumière et de parer aux extinctions subites. Ainsi, quand on se sert d'un moteur à gaz, les admissions de gaz dans le cylindre déterminent des variations brusques de vitesse que le volant ne suffit pas à pallier, et qui se traduisent par des variations d'inten-

sité lumineuse. L'introduction de quelques accumulateurs dans le circuit donnera un écoulement régulier d'électricité, qui viendra compenser ces inégalités. De plus, si la machine dynamo vient à s'arrêter par le relâchement d'une courroie ou pour toute autre raison, les accumulateurs fourniront l'électricité nécessaire pour empêcher l'extinction et entretenir l'éclairage jusqu'à ce qu'on ait remédié à la cause d'arrêt.

Enfin les accumulateurs peuvent servir comme source unique d'électricité dans certains cas, soit pour l'éclairage, soit pour la force motrice. Ainsi l'on peut employer utilement les accumulateurs pour la traction ou l'éclairage des voitures, des bateaux, des vélocipèdes : ils présentent alors sur les machines ou les piles l'avantage d'un poids généralement plus faible et d'une manœuvre beaucoup plus simple. On a même songé à les employer pour la distribution de l'électricité à domicile : on transporterait chaque semaine chez les abonnés les accumulateurs chargés dans une usine centrale, et l'on reprendrait ceux qui ont été déchargés en tout ou en partie; mais, pour rendre ce système pratique, il faudrait arriver encore à diminuer notablement le poids de ces appareils. On pourrait encore laisser les accumulateurs à poste fixe chez les abonnés, et les charger de l'usine centrale. La canalisation serait ainsi moins coûteuse à établir que pour une distribution directe, parce que les fils seraient moins gros, et la force motrice à installer à l'usine centrale serait beaucoup moins considérable.

Ces systèmes n'ont pas donné jusqu'à présent d'excellents résultats pour une distribution permanente, mais ils conviennent parfaitement pour une installation temporaire : aussi les emploie-t-on couramment pour l'éclairage des bals et des fêtes, lorsqu'il n'y a pas dans les locaux d'installation permanente. Dans ce cas, la question de dépense devient tout à fait secondaire, et les compagnies d'éclairage peuvent trouver un bénéfice suffisant. La figure 12 représente une installation provisoire de ce genre: on apporte sur une voiture, disposée à cet effet, le nombre d'accumulateurs nécessaire pour éclairer les salons pendant environ dix heures, et l'on dispose les lampes à incandescence sur les lustres et les appliques destinés à l'éclairage ordinaire. Une telle installation coûte environ 5 francs par lampe de cinq bougies. Celle que représente notre dessin se composait de 108 lampes Swan de cette valeur disséminées dans cinq salons.

Pour l'éclairage, les accumulateurs peuvent donc servir : 1° comme source d'électricité, surtout d'une façon temporaire; 2° pour permettre de diminuer l'importance de l'installation des machines; 3° pour régulariser l'éclairage et parer aux estimations. Ils jouent alors en quelque sorte le rôle de *volant électrique*. On peut dans ce cas les remplacer par des *voltamètres régulateurs* (Voy. ce mot).

Les accumulateurs peuvent encore être employés utilement : à l'éclairage des wagons de chemin de fer, à la propulsion des bateaux, des voitures et des tramways.

ACIÉRATION. — Opération ayant pour but de recouvrir d'un dépôt de fer galvanique les planches de cuivre gravées afin de les rendre plus résistantes et de leur permettre de se prêter à un tirage beaucoup plus abondant. Elle a été imaginée en 1857 par M. Garnier.

On fait dissoudre du sel ammoniac dans dix fois son poids d'eau et l'on plonge dans ce bain, d'une part un fil relié au pôle négatif d'une pile, d'autre part une plaque de fer en communication avec le pôle positif, et destinée à servir d'électrode soluble. L'action du courant donne naissance à un chlorure de fer ammoniacal; on enlève alors le fil négatif et on y suspend la planche de cuivre, préalablement décapée à la potasse, puis on la plonge dans le bain. La décomposition électrolytique du chlorure de fer ammoniacal, qui s'est formé d'abord, recouvre bientôt la plaque d'une couche de fer très dure et qui résiste très bien à l'action de la presse.

Lorsque le dépôt d'acier commence à s'user, on le dissout dans l'acide nitrique étendu, et l'on acière à nouveau.

ACTINOMÈTRE. — Appareil servant à mesurer l'intensité calorifique des rayons solaires. M. Morise a appliqué à cette détermination les propriétés du sélénium dont la résistance varie avec l'intensité de la lumière qui l'éclaire. Un fragment de sélénium, exposé à la lumière, est intercalé avec un galvanomètre dans le circuit d'une pile constante. Les déviations du galvanomètre font connaître, au moyen d'une graduation préalable, l'intensité des radiations.

Actinomètre enregistreur. — Cet instrument, imaginé par M. Crova en 1886, permet de conserver la trace des observations. L'organe essentiel est une pile thermo-électrique, fer et maillechort, ayant la forme d'une paire de disques très minces, qui constituent les soudures. Ces deux disques sont placés perpendiculairement à l'axe dans un tube en laiton; l'un reçoit normalement sur sa surface noircie les radiations solaires transmises à travers une série de dia-

phragmes minces en aluminium, percés d'ouvertures de grandeur décroissante jusqu'à la plus petite, qui a 4 millimètres et qui est en face du disque actinométrique; l'autre disque est maintenu dans l'obscurité (fig. 13).

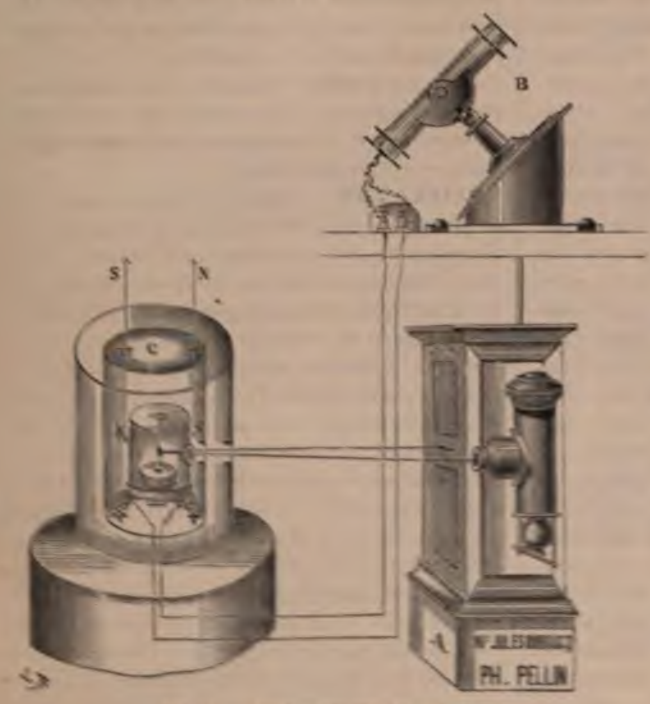


Fig. 12. — Actinomètre enregistreur (Pellin).

Le tube B qui contient la pile thermo-électrique est monté équatorialement. Au moyen d'un engrenage conique et d'un axe vertical qui traverse le toit, il reçoit d'une horloge A un mouvement tel qu'il est toujours dirigé vers le soleil. Des conducteurs flexibles et isolés relient la pile thermo-électrique à un galvanomètre placé dans une chambre noire à l'intérieur de l'édifice. Ce galvanomètre est entouré d'une double cage en tôle munie d'ouvertures à travers lesquelles un faisceau lumineux émis par une lampe vient frapper le miroir de l'instrument. Le faisceau réfléchi rencontre un papier photographique extra-rapide, qui descend lentement d'un mouvement uniforme, sous l'action de l'horloge. La trace imprimée par ce faisceau se déplace à droite ou à gauche suivant que la radiation est plus ou moins intense. Une calorie est représentée par une ordonnée de 60 à 70 millimètres. Cet enregistreur est analogue à ceux qui servent pour l'électricité atmosphérique ou le magnétisme terrestre.

TIONS ÉLECTRIQUES (Lois des). — Du Fay a constaté au siècle dernier que : *De[...] chargés de la même électricité se repou[...] deux corps chargés d'électricités contrair[...]rent.*

Coulomb a montré en 1784 que ces obéissent à la loi suiva[...] porte son nom :

Les attractions et répulsi[...] triques varient en raison in[...] carré de la distance.

Pour vérifier la loi des di[...] il a pris deux petites sphèr[...] trisées, qui peuvent être [...]rées à deux points, car on [...]tre qu'elles agissent comm[...] charge était tout entière [...]trée au centre. Il s'est ser[...] *balance de torsion* (Voy. ce m[...] amène d'abord la boule m[...] la place de la boule fixe, le[...] prouvant aucune torsion; l[...] mobile et l'index se trouve[...] au zéro des deux graduati[...] introduit la boule fixe pr[...]ment électrisée ; elle to[...] boule mobile, qui prend un[...] de sa charge et est aussitôt [...]sée. En tordant le fil à l[...] supérieure, on ramène l[...] mobile vers la boule fixe [...] maintient en équilibre à [...]tance donnée, la répulsio[...]trique étant équilibrée par la force de[...] du fil métallique. La torsion du fil e[...] dans ce cas à la distance angulaire des [...] plus l'angle dont on a tourné la pince à l[...] supérieure.

Coulomb cite l'expérience suivante : [...]reil ayant été électrisé, la boule mobile [...] poussée à 36° ; la torsion était donc 36°. [...]nant la pince de 126°, on ramena la bou[...] la torsion était 126 + 18 = 144°. En t[...] de 567°, on la ramena à 8°,5, et la torsio[...] était 567 + 8,5 = 575,5. Si cette dernière [...]tion eût été de 9°, on aurait eu pour des [...]ces de 36°, 18°, 9°, des torsions de 36[...] 576 qui sont proportionnelles à 1², 2², [...] petite différence peut être attribuée [...] perdition. Ces résultats vérifient donc [...] loi du carré des distances.

Pour les attractions, Coulomb opér[...] même manière, mais en tordant d'abo[...] pour éloigner les boules l'une de l'autr[...]

Enfin les actions électriques sont pro[...]nelles au produit des deux masses électr[...]

présence m et m', d'après la définition même de la masse. Si donc on choisit convenablement les unités, l'action de ces deux masses sera

$$f = \frac{mm'}{r^2}.$$

Dans le cas des attractions, Coulomb s'est servi également de la *méthode des oscillations* (Voy. ce mot) qui, dans ce cas, est plus commode.

L'aiguille étant placée successivement à des distances D et D' de la sphère, les durées d'oscillation étaient t et t' ; appelons F et F' les valeurs de la force qui produisaient le mouvement dans chaque cas

$$\frac{t}{t'} = \sqrt{\frac{F'}{F}}.$$

Si la loi de Coulomb est exacte, on doit avoir

$$\frac{F'}{F} = \frac{D^2}{D'^2}$$

ou

$$\frac{t}{t'} = \frac{D}{D'}$$

ACTIONS MAGNÉTIQUES (Lois des). — *Deux pôles de même nom se repoussent et deux pôles de nom contraire s'attirent.*

Même en considérant un aimant comme réduit à deux masses magnétiques égales et de signes contraires situées aux deux pôles, l'action mutuelle de deux aimants est représentée par quatre forces. Cependant, en employant des barreaux suffisamment longs, on peut négliger l'effet des deux pôles les plus éloignés et considérer l'action comme se réduisant à celle des deux pôles les plus voisins. C'est dans ces conditions que Coulomb a pu, à l'aide de sa balance de torsion, vérifier que les actions magnétiques obéissent à la même loi que les actions électriques.

Les attractions et répulsions qui s'exercent entre deux pôles varient en raison inverse du carré de leur distance.

L'action de deux pôles est donc encore représentée par

$$f = \frac{mm'}{r^2}.$$

AÉROSTAT ÉLECTRIQUE. — MM. G. et A. Tissandier essayèrent les premiers, en 1883, d'appliquer l'électricité à la direction des ballons. La figure 14 représente leur aérostat, qui était fusiforme, et recevait le mouvement d'une hélice actionnée par une machine Siemens, excitée elle-même par une pile au bichromate de potasse. Ils purent atteindre une vitesse propre de 3 mètres par seconde. Mais ils rencontrèrent des vents de vitesse supérieure, contre lesquels ils ne purent tenir. Le gouvernail n'était pas non plus assez parfait pour leur permettre de manœuvrer avec facilité.

Les capitaines Ch. Renard et A. Krebs obtinrent bientôt après des résultats beaucoup plus satisfaisants, et, dans une ascension faite le 9 août 1884, par un temps calme, ils purent redescendre exactement au point de départ. L'aérostat s'éleva lentement de la pelouse des

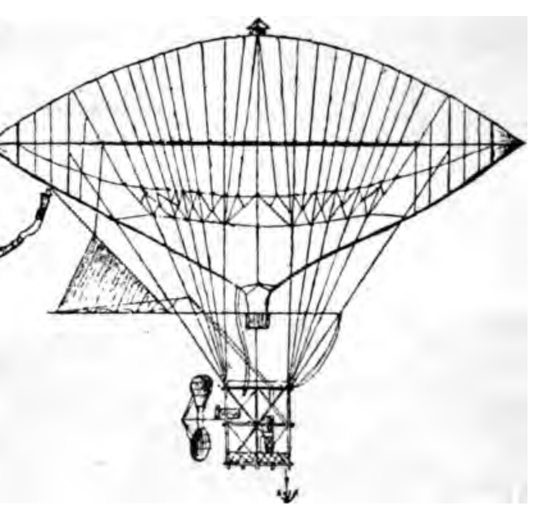


Fig. 14. — Aérostat de MM. Tissandier.

ateliers militaires de Chalais et prit sous l'impulsion de l'hélice une vitesse d'environ 20 kilomètres à l'heure. Arrivé au-dessus de Villacoublay, à 4 kilomètres du point de départ, le ballon décrivit un demi-tour sur la droite avec un rayon de 300 mètres, et revint atterrir sur la pelouse même du départ.

L'aérostat de MM. Renard et Krebs (fig. 15) était fusiforme. Il avait 50,42 mètres de longueur, 8,40 mètres de diamètre, et cubait 1864 mètres. L'hélice était mue par une machine de Gramme, actionnée par des piles divisées en quatre sections, pouvant être groupées en surface ou en tension de trois manières différentes.

Depuis cette époque, le capitaine Renard a fait connaître la nature de la pile employée, qui a l'avantage d'être extrêmement légère. Le liquide est constitué par une dissolution d'acide chromique dans l'acide chlorhydrique étendu à 11° B., qui se comporte comme une dissolution de chlore. L'électrode positive est un cylindre d'argent platiné et le crayon de zinc est au centre. Pour faire comprendre les qualités de cette pile, nous dirons qu'une pile de 36 élé-

ments de 30 millimètres de diamètre en tension peut alimenter pendant deux heures une lampe à arc Gramme de 30 carcels; le poids de la pile est de 15 kilogrammes, la dépense électrique 200 à 250 watts. 60 éléments de 40 millimètres en tension peuvent alimenter un lustre composé d'une lampe anglaise à incandescence de 200 bougies et de 12 lampes Gérard de 10 bougies.

La disposition de la chemise de suspe son mode de réunion avec le ballon, le v du ballonnet, la construction de l'hélic gouvernail, du moteur électrique, la dispo ayant pour but d'assurer la stabilité lo dinale, tous les détails ont été étudiés a plus grand soin, et exécutés de manière à nir la plus grande légèreté possible.

En somme, si MM. Renard et Krebs n'o

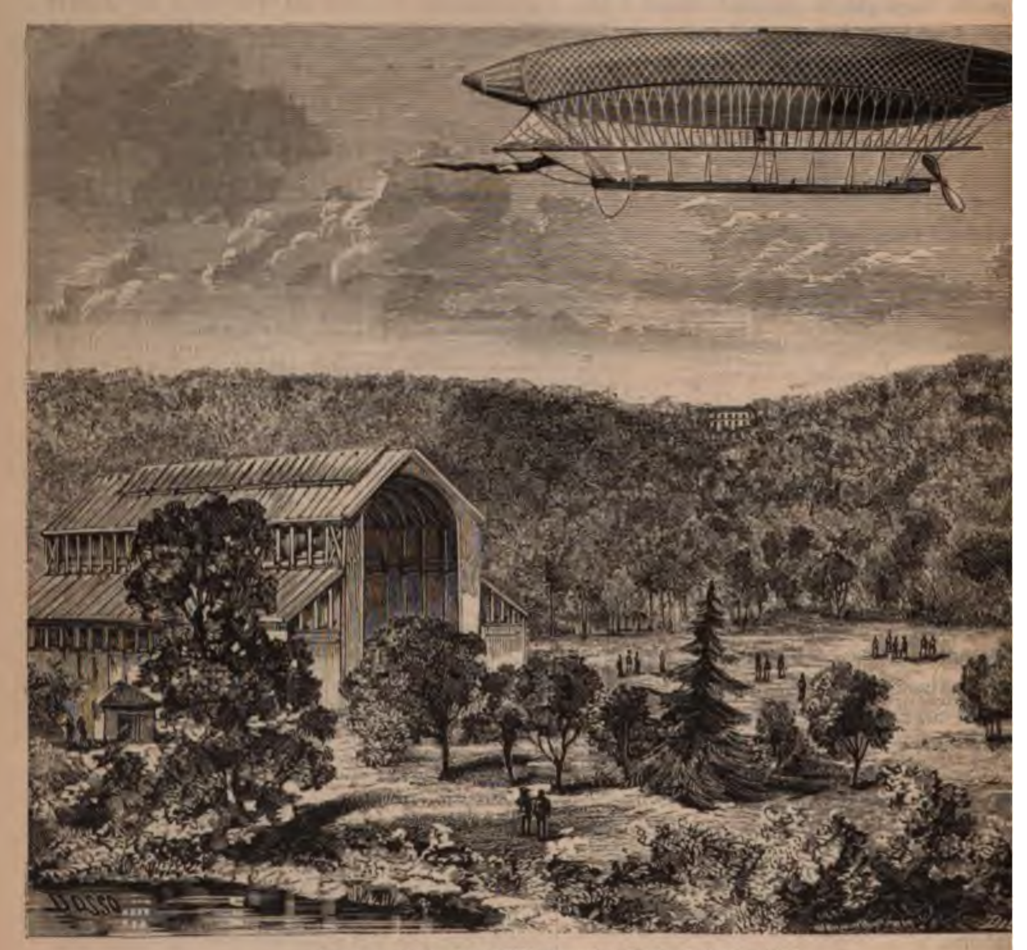


Fig. 15. — Ascension de MM. Renard et Krebs, le 9 août 1884.

résolu complètement l'important problème de la direction des ballons, ils ont cependant pu obtenir une vitesse capable de résister aux vents régnant le plus ordinairement dans notre pays, c'est-à-dire de près de 7 mètres par seconde. Cette solution est suffisante au point de vue militaire, car elle permet de communiquer avec une ville assiégée, en choisissant un temps favorable pour l'ascension.

AFFINAGE ÉLECTRIQUE. — Purification des métaux par voie électrolytique. Breveté Elkington en 1866, cette méthode n'a enc appliquée qu'au cuivre et au plomb.

Affinage du cuivre. — La plaque de brut qu'on veut raffiner est suspendue c anode soluble dans un bain semblable qui servent pour la galvanoplastie; la c est constituée par une plaque mince de pur. Un dépôt de métal pur se forme peu sur cette électrode, tandis que le cuivre

dissout dans le liquide. Lorsque l'im-
dont on veut se débarrasser est du
métal insoluble dans le bain, il tombe
s'il est en petite quantité, ou sinon, reste
de carcasse solide à l'anode. Si l'impu-
constituée par l'argent, ce métal, solu-
s le liquide, ne peut en réalité se dis-
tant qu'il reste du cuivre non attaqué,
sait que le cuivre précipite les sels d'ar-
celui-ci tombe donc encore au fond du

la *Norddeutsche Affinerie* de Hambourg,
produit par jour 2500 kilogrammes de
pur, les bains sont disposés en deux sé-
mées chacune de 120 cuves associées en
; la surface de chaque électrode est de
es carrés, et leur distance est d'environ
nètres.

étal obtenu par l'affinage électrique est
ment pur, très tenace et très ductile; il
t parfaitement au laminage et à l'es-
e et exige moins de recuit; il possède
ne conductibilité très supérieure à celle
l ordinaire, ce qui le rend précieux pour
d nombre d'applications et surtout pour
ruction des machines.

é ces qualités incontestables et le prix
u métal obtenu, le rendement de l'affi-
ectrique serait très mauvais, si les mé-
écieux, or et argent, qu'on retire du
apur, ne compensaient presque entière-
es frais. En 1880, on a recueilli ainsi à
arg 1200 kilogrammes d'or fin.

age du plomb. — Le procédé Keith est
à raffiner le plomb brut, qui contient
10 p. 100 d'argent, de cuivre, d'arsenic,
oine, de fer et de zinc.

rend un bain de sulfate de plomb dis-
ns l'acétate de soude, et l'on y plonge
thodes de plomb pur, séparées par un
e égal d'anodes formées du métal qu'on
rifier, et placées dans des sacs de mous-
ces deux séries de plaques sont reliées
ux pôles d'une machine magnéto-élec-
. Le plomb se dépose sous l'influence du
t; l'or, l'argent, l'antimoine tombent
s sacs de mousseline; le fer et le zinc se
ent avec le plomb, mais ils restent dans
eur ou se déposent seulement à l'état
es qu'on sépare facilement du plomb en le
t.

omb raffiné n'est pas absolument pur :
ent encore des traces de métaux étran-
otamment de bismuth.

MÈTRE. — Voy. DIAGOMÈTRE.

AIGRETTE LUMINEUSE. — Jet lumineux qu'on voit s'échapper des points saillants d'une machine électrique, lorsqu'elle fonctionne dans l'obscurité (fig. 16). Ces décharges, peu visibles,



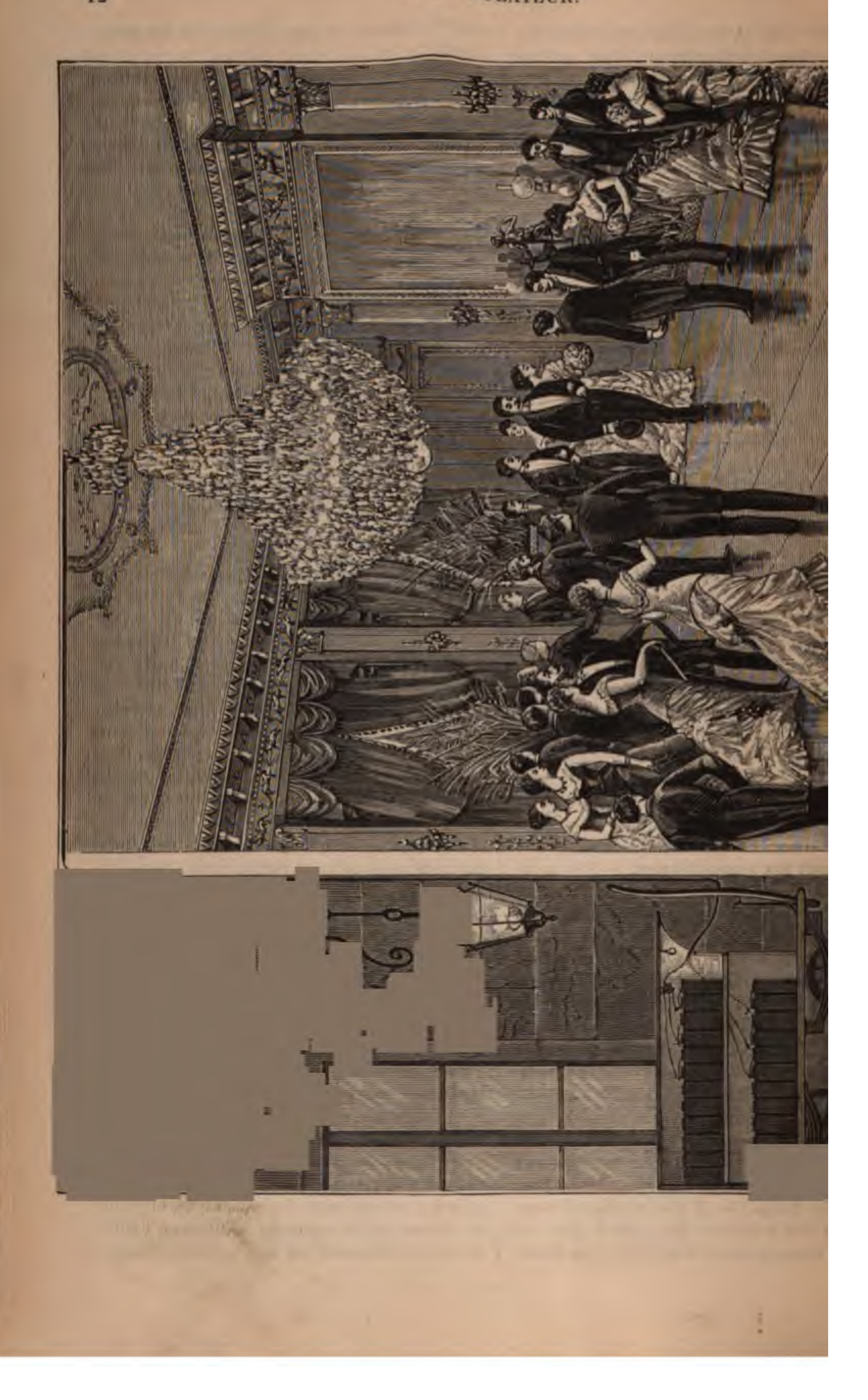
Fig. 16. — Aigrette lumineuse.

sont accompagnées d'un bruissement sourd qui rappelle un peu celui d'un soufflet ou d'un jet de vapeur. Les aigrettes ont été observées pour la première fois vers 1735 par Gray, qui leur donna ce nom. On obtient de belles aigrettes en approchant de la machine un conducteur en communication avec le sol, et ayant une grande surface, comme un plateau ou une sphère. On voit alors l'aigrette partir des deux conducteurs opposés et s'élargir vers le milieu en une partie à peu près obscure. Les deux extrémités présentent des aspects différents ; près du conducteur positif, l'aigrette est formée d'un pédoncule rectiligne assez brillant, qui se subdivise en un grand nombre de branches d'une teinte violacée beaucoup moins vive ; ces branches se ramifient à leur tour en traits de plus en plus pâles. Du côté du conducteur négatif, on voit une lueur plus courte, formée de traits parallèles rapprochés.

La même différence d'aspect se retrouve aux pointes des peignes des machines électriques. Les aigrettes s'observent encore facilement entre les pôles d'une machine de Holtz dont on a enlevé les bouteilles ; en écartant les deux branches de l'excitateur, on obtient de belles aigrettes de forme variée ; si l'on rapproche les boules, on obtient, pour une distance d'un ou deux centimètres, un mélange de traits violacés et d'autres plus éclatants, c'est-à-dire d'aigrettes et d'étincelles.

Les aigrettes, comme les étincelles, sont discontinues ; on peut le constater à l'aide d'un miroir tournant, ou en imprimant à l'œil des mouvements rapides à droite et à gauche.

L'aigrette et l'étincelle peuvent s'obtenir pour une même différence de potentiel ; il suffit de



umineuse. L'introduction de quelques ulateurs dans le circuit donnera un écou-t régulier d'électricité, qui viendra com-r ces inégalités. De plus, si la machine dy-vient à s'arrêter par le relâchement d'une ie ou pour toute autre raison, les accumu-s fourniront l'électricité nécessaire pour her l'extinction et entretenir l'éclairage à ce qu'on ait remédié à la cause d'arrêt. n les accumulateurs peuvent servir e source unique d'électricité dans cer-cas, soit pour l'éclairage, soit pour la force ce. Ainsi l'on peut employer utilement les ulateurs pour la traction ou l'éclairage itures, des bateaux, des vélocipèdes : ils tent alors sur les machines ou les piles tage d'un poids généralement plus faible ne manœuvre beaucoup plus simple. On a songé à les employer pour la distribu-e l'électricité à domicile : on transporte-aque semaine chez les abonnés les accu-eurs chargés dans une usine centrale, et eprendrait ceux qui ont été déchargés en u en partie; mais, pour rendre ce système ue, il faudrait arriver encore à diminuer lement le poids de ces appareils. On pour-ncore laisser les accumulateurs à poste hez les abonnés, et les charger de l'usine le. La canalisation serait ainsi moins coû-à établir que pour une distribution di-parce que les fils seraient moins gros, et ce motrice à installer à l'usine centrale beaucoup moins considérable.

systèmes n'ont pas donné jusqu'à pré-'excellents résultats pour une distribution mente, mais ils conviennent parfaitement une installation temporaire : aussi les ie-t-on couramment pour l'éclairage des t des fêtes, lorsqu'il n'y a pas dans les d'installation permanente. Dans ce cas, stion de dépense devient tout à fait secon-et les compagnies d'éclairage peuvent r un bénéfice suffisant. La figure 12 re-te une installation provisoire de ce genre : orte sur une voiture, disposée à cet effet, mbre d'accumulateurs nécessaire pour r les salons pendant environ dix heures, dispose les lampes à incandescence lustres et les appliques destinés à l'éclai-dinaire. Une telle installation coûte en-francs par lampe de cinq bougies. Celle présente notre dessin se composait de mpes Swan de cette valeur disséminées inq salons.

l'éclairage, les accumulateurs peuvent donc servir : 1° comme source d'électricité, surtout d'une façon temporaire ; 2° pour permettre de diminuer l'importance de l'installation des machines; 3° pour régulariser l'éclairage et parer aux estimations. Ils jouent alors en quelque sorte le rôle de *volant électrique*. On peut dans ce cas les remplacer par des *voltamètres régulateurs* (Voy. ce mot).

Les accumulateurs peuvent encore être employés utilement : à l'éclairage des wagons de chemin de fer, à la propulsion des bateaux, des voitures et des tramways.

ACIÉRATION. — Opération ayant pour but de recouvrir d'un dépôt de fer galvanique les planches de cuivre gravées afin de les rendre plus résistantes et de leur permettre de se prêter à un tirage beaucoup plus abondant. Elle a été imaginée en 1857 par M. Garnier.

On fait dissoudre du sel ammoniac dans dix fois son poids d'eau et l'on plonge dans ce bain, d'une part un fil relié au pôle négatif d'une pile, d'autre part une plaque de fer en communication avec le pôle positif, et destinée à servir d'électrode soluble. L'action du courant donne naissance à un chlorure de fer ammoniacal ; on enlève alors le fil négatif et on y suspend la planche de cuivre, préalablement décapée à la potasse, puis on la plonge dans le bain. La décomposition électrolytique du chlorure de fer ammoniacal, qui s'est formé d'abord, recouvre bientôt la plaque d'une couche de fer très dure et qui résiste très bien à l'action de la presse.

Lorsque le dépôt d'acier commence à s'user, on le dissout dans l'acide nitrique étendu, et l'on acière à nouveau.

ACTINOMÈTRE. — Appareil servant à mesurer l'intensité calorifique des rayons solaires. M. Morise a appliqué à cette détermination les propriétés du sélénium dont la résistance varie avec l'intensité de la lumière qui l'éclaire. Un fragment de sélénium, exposé à la lumière, est intercalé avec un galvanomètre dans le circuit d'une pile constante. Les déviations du galvanomètre font connaître, au moyen d'une graduation préalable, l'intensité des radiations.

Actinomètre enregistreur. — Cet instrument, imaginé par M. Crova en 1886, permet de conserver la trace des observations. L'organe essentiel est une pile thermo-électrique, fer et maillechort, ayant la forme d'une paire de disques très minces, qui constituent les soudures. Ces deux disques sont placés perpendiculairement à l'axe dans un tube en laiton; l'un reçoit normalement sur sa surface noircie les radiations solaires transmises à travers une série de di

il F qui s'enroulait sur un treuil gradué 'appareil étant au zéro, on applique le t sur le barreau M, qu'on veut étudier, et urne le treuil KL jusqu'à ce qu'il se dé- On fait ensuite avancer le barreau M et commence les mêmes opérations.

alons enfin la méthode de Van Rees, qui dée sur les propriétés des courants d'in- n et donne la composante normale avec l'exactitude.

rbes des composantes normales. — En élevant us les points du barreau des ordonnées rtionnelles aux nombres obtenus, on ob- une courbe qui ne peut représenter, e nous l'avons dit, que les composantes

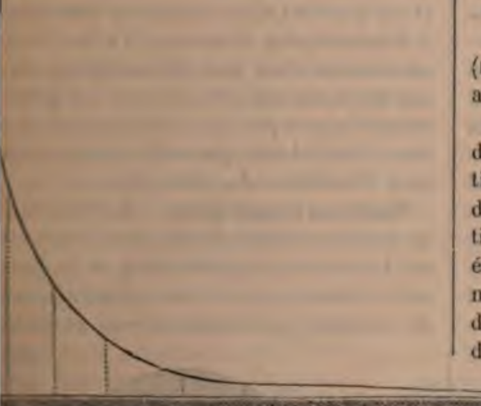


Fig. 21. — Courbe des composantes normales.

les. La fig. 21 montre l'aspect des courbes es par Coulomb pour les aimants cylin- s. Biot a montré qu'elles peuvent être re- tées par la formule

$$y = A(\mu^x - \mu^{l-x})$$

la longueur du barreau, A et μ deux ntes; les abscisses x sont comptées à d'une des extrémités. La figure repré- seulement la moitié de l'aimant; la dis- on sur l'autre moitié serait figurée par urbe égale, mais symétrique, le magné- tant de signe contraire.

ent obtenir une représentation approchée nomène en remplaçant la courbe par une Coulomb divisait les aimants en deux ies, les aimants longs, ayant une lon- upérieure à 50 fois leur diamètre, et les s courts, ayant une longueur inférieure limite. Pour ces derniers, le magnétisme uré sensiblement par une droite faisant avec le barreau NS un angle constant (fig. 22 *a*). Pour les aimants longs, la distribution est représentée par deux triangles ayant les mêmes dimensions que pour un aimant dont la longueur serait exactement égale à 50 diamètres; leur base est donc égale à 25 fois le diamètre

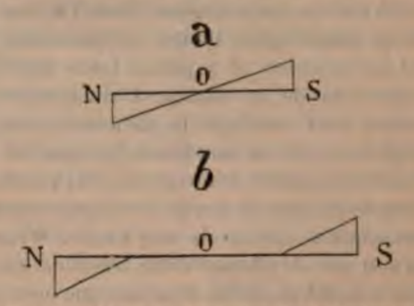


Fig. 22. — Lignes de distribution d'après Coulomb.

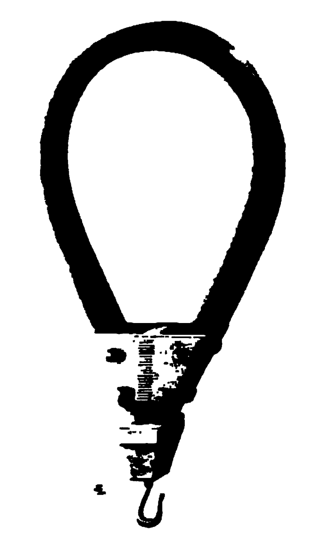
(fig. 22, *b*). Dans l'espace intermédiaire, il n'y a qu'une quantité de magnétisme négligeable.

Position des pôles. — Si les courbes précédentes représentaient exactement la distribution du magnétisme, il serait facile d'en déduire la position exacte des pôles. En effet, l'action d'un champ uniforme sur chaque masse étant proportionnelle à la grandeur de cette masse, les ordonnées représenteraient l'action de ce champ. Il suffirait donc de composer des forces parallèles dont les grandeurs seraient figurées par ces ordonnées. Le point d'application de la résultante de ces forces s'obtiendrait en projetant sur le barreau le centre de gravité de la courbe ou de l'aire triangulaire. D'après la fig. 22, les pôles seraient donc, pour les aimants courts, au sixième de la longueur à partir de l'extrémité; dans les aimants longs, ils seraient à une distance de l'extrémité fixe et égale à environ 8 fois le diamètre. Les courbes précédentes ne représentant que les composantes normales, on n'obtient ainsi qu'approximativement la position des pôles.

Intensité d'aimantation. — Voy. AIMANTATION.

Hypothèses sur la constitution des aimants. — On a d'abord expliqué le magnétisme par l'existence de deux fluides coexistant en quantité égale et illimitée dans les barreaux d'acier; par suite l'aimantation pourrait augmenter sans limites.

Ampère a été amené le premier par l'étude des solénoïdes et des actions électromagnétiques à assimiler les aimants à des courants. L'expérience de l'aimant brisé conduit à con-



[illegible]

... certain... ...
... superposer ensuite, ...
... tous les pôles de ...
... fixe aux extrémités des ...
... doux qui s'aimantent par influ...

l F qui s'enroulait sur un treuil gradué ppareil étant au zéro, on applique le sur le barreau M, qu'on veut étudier, et urne le treuil KL jusqu'à ce qu'il se dé- On fait eusuite avancer le barreau M et :ommence les mêmes opérations.

ilons enfin la méthode de Van Rees, qui dée sur les propriétés des courants d'in- ı et donne la composante normale avec exactitude.

es des composantes normales. — En élevant s les points du barreau des ordonnées tionnelles aux nombres obtenus, on ob- ne courbe qui ne peut représenter, : nous l'avons dit, que les composantes

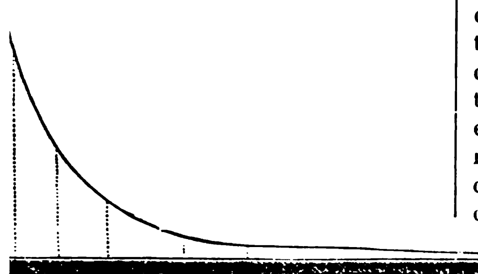


Fig. 21. — Courbe des composantes normales.

les. La fig. 21 montre l'aspect des courbes les par Coulomb pour les aimants cylin- s. Biot a montré qu'elles peuvent être re- tées par la formule

$$y = A(\mu^x - \mu^{l-x})$$

; la longueur du barreau, A et μ deux ntes; les abscisses x sont comptées à d'une des extrémités. La figure repré- seulement la moitié de l'aimant; la dis- on sur l'autre moitié serait figurée par urbe égale, mais symétrique, le magné- étant de signe contraire.

eut obtenir une représentation approchée nomène en remplaçant la courbe par une . Coulomb divisait les aimants en deux ries, les aimants longs, ayant une lon- supérieure à 50 fois leur diamètre, et les ts courts, ayant une longueur inférieure limite. Pour ces derniers, le magnétisme uré sensiblement par une droite faisant avec le barreau NS un angle constant (fig. 22 *a*). Pour les aimants longs, la distribution est re- présentée par deux triangles ayant les mêmes dimensions que pour un aimant dont la lon- gueur serait exactement égale à 50 diamètres; leur base est donc égale à 25 fois le diamètre

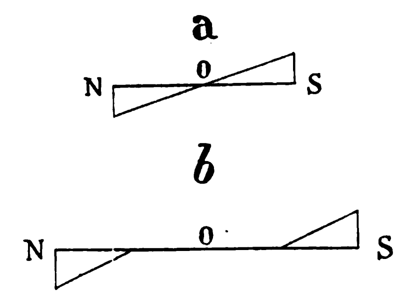


Fig. 22. — Lignes de distribution d'après Coulomb.

(fig. 22, *b*). Dans l'espace intermédiaire, il n'y a qu'une quantité de magnétisme négligeable.

Position des pôles. — Si les courbes précé- dentes représentaient exactement la distribu- tion du magnétisme, il serait facile d'en dé- duire la position exacte des pôles. En effet, l'ac tion d'un champ uniforme sur chaque masse étant proportionnelle à la grandeur de cette masse, les ordonnées représenteraient l'action de ce champ. Il suffirait donc de composer des forces parallèles dont les grandeurs seraient figurées par ces ordon- nées. Le point d'applica- tion de la résultante de ces forces s'obtiendrait en pro- jetant sur le barreau le centre de gravité de la courbe ou de l'aire triangulaire. D'après la fig. 22, les pôles seraient donc, pour les aimants courts, au sixième de la longueur à partir de l'extrémité; dans les aimants longs, ils seraient à une distance de l'extrémité fixe et égale à environ 8 fois le diamètre. Les courbes précédentes ne représentant que les compo- santes normales, on n'obtient ainsi qu'approxi- mativement la position des pôles.

Intensité d'aimantation. — Voy. Aimantation.

Hypothèses sur la constitution des aimants. — On a d'abord expliqué le magnétisme par l'existence de deux fluides coexistant en quan- tité égale et illimitée dans les barreaux d'acier; par suite l'aimantation pourrait augmenter sans limites.

Ampère a été amené le premier par l'étude des solénoïdes et des actions électromagné- tiques à assimiler les aimants à des courants. L'expérience de l'aimant brisé conduit à con-

impur, la fonte et surtout l'acier trempé. Mais elle persiste dans ce cas, tandis que celle du fer doux cesse avec l'influence qui lui a donné naissance.

On nomme *force coercitive* la propriété qui permet à l'acier de garder l'aimantation et l'empêche de revenir à l'état neutre.

On appelle *magnétisme temporaire* celui qui existe seulement pendant la durée de l'influence, et *magnétisme rémanent* ou *résiduel* celui qui persiste après que l'influence a cessé.

L'influence magnétique est absolument analogue à l'influence électrique. Un morceau de fer doux aimanté par influence peut à son tour en aimanter un autre; celui-ci peut agir de même sur un troisième, et ainsi de suite; on peut le vérifier à l'aide de cylindres de fer doux ou plus simplement de clous un peu longs.

L'aimantation par influence joue un rôle important dans les attractions magnétiques; les parcelles de limaille qui se suspendent à l'extrémité d'un aimant sont aimantées par influence et tournent toutes vers le pôle de l'aimant leurs pôles de nom contraire. Il en est de même dans l'expérience des spectres magnétiques. C'est aussi grâce à l'aimantation par influence qu'on obtient les aimants artificiels.

Coefficient d'aimantation. — Lorsqu'un barreau s'aimante par influence, l'intensité d'aimantation A qu'il acquiert dépend évidemment de la force magnétisante F ou de l'intensité du champ qui agit sur lui, et aussi de la nature du barreau. Le rapport de l'intensité d'aimantation à la force magnétisante est ce qu'on appelle le *coefficient d'aimantation* ou la *susceptibilité magnétique* de la substance employée.

$$k = \frac{A}{F}.$$

On dit que ce coefficient est positif ou négatif, suivant qu'il s'agit d'un corps magnétique ou diamagnétique.

Pour déterminer le coefficient d'aimantation, il faut donc mesurer A et F. Mais la mesure de A est très compliquée, l'intensité d'aimantation étant généralement variable d'un point à un autre. On cherche d'ordinaire à donner au corps une aimantation uniforme, afin de pouvoir obtenir A en divisant le moment magnétique du corps par son volume. Or l'expérience montre qu'il ne suffit pas pour cela de placer le barreau étudié dans un champ uniforme, car chaque point se trouve alors soumis non seulement à l'action uniforme du champ, mais aussi à l'influence des masses magnétiques dévelop-

pées par cette action en tous les autres du barreau. Il faut donc en outre adopt disposition qui puisse annuler ou tout au rendre constante cette influence.

Le calcul montre que cette conditi satisfaite pour une sphère, ou pour un soïde dont un des axes est parallèle à la tion du champ, ou pour un anneau pl telle sorte que cette direction soit t tangente à un cercle concentrique. Enfi un cylindre dont la longueur est au 300 ou 400 fois plus grande que le dia et dont l'axe est parallèle à la directi champ, l'action se réduit, pour la plus partie de la longueur, à celle du cha l'aimantation est uniforme pour toute partie, mais non aux extrémités. Il su diviser cette intensité par l'intensité du pour avoir *k*.

Pour les corps diamagnétiques ou faib magnétiques, le coefficient d'aimantati constant quelle que soit la force magnét l'intensité d'aimantation est donc prop nelle à cette force. Mais il n'en est p même pour les corps fortement magné le fer, le nickel ou le cobalt. Pour ces su ces, l'intensité d'aimantation est d'abor portionnelle à la force magnétisante, p augmente moins vite et finit par deven stante. Le coefficient est donc d'abord co puis diminue jusqu'à zéro.

A la température ordinaire, le ma d'aimantation est d'environ 1,800 à 2,500 C. G. S. pour le fer doux, de 500 pour le de 800 pour le cobalt.

Le coefficient d'aimantation varie a température. Pour le fer, il varie très 0° à 680°; il diminue alors brusquemen vient nul vers 770°.

Pour le nickel, ce coefficient augme peu jusqu'à 200°, puis décroît ensuite et nul vers 340°. Pour le cobalt, il augmen qu'à 325°.

Intensité d'aimantation. — On nomm *sité moyenne d'aimantation* le quotient d ment magnétique d'un barreau par son v L'intensité d'aimantation en un point quotient du moment magnétique d'u élément de volume pris autour de ce poin volume de cet élément, ou, en d'autres t le moment magnétique de l'unité de autour de ce point.

Si cette intensité est la même en gran en direction en tous les points du barr dit que l'aimantation est uniforme; l'ir

moyenne est alors égale à l'intensité en chaque point, et s'obtient en divisant le moment magnétique par le volume total.

Dans les aimants d'acier ordinaires, l'intensité moyenne d'aimantation est comprise entre 300 et 400 unités C. G. S.; dans les aimants longs et minces, elle peut s'élever jusqu'à 800. L'intensité d'aimantation du fer doux peut atteindre le double de cette valeur; c'est ce qui donne aux électro-aimants une grande force.

Procédés d'aimantation. — Pour aimanter un barreau d'acier d'une manière un peu intense, il ne suffit pas de le placer dans un champ magnétique où il soit soumis à l'influence d'un barreau déjà aimanté; il faut lui communiquer des ébranlements qui puissent vaincre la force coercitive. On se sert quelquefois encore des procédés anciens par friction, mais on a recours le plus souvent à l'action des courants.

1° *Méthode de la simple touche.* — Ce procédé très simple s'applique surtout à l'aimantation des petites aiguilles. Le barreau à aimanter est placé en ab sur une table où il est maintenu par une petite cale de bois (fig. 25), puis on le frotte toujours dans le même sens, par exemple de a en b, avec le même pôle d'un aimant. Si l'on a employé le pôle nord, il se forme un pôle nord au point a, qu'on a touché le premier. En changeant la direction du mouvement ou le pôle en contact avec le barreau, on renverserait l'aimantation obtenue.

2° *Méthode de la touche séparée.* — Cette méthode donne de meilleurs résultats. On place au

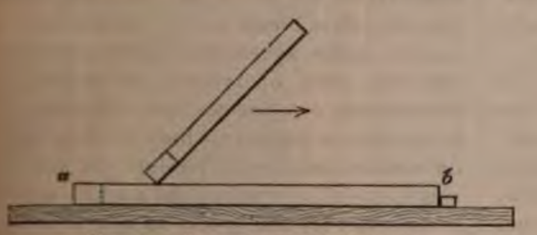
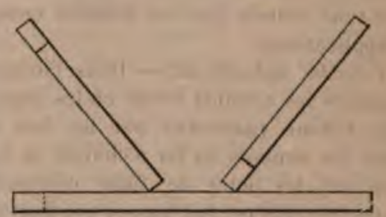


Fig. 25. — Aimantation par simple touche.


Fig. 26. — Aimantation par touches séparées.

milieu du barreau à aimanter les pôles opposés de deux forts aimants (fig. 26) et on les fait glisser en sens inverse jusqu'aux extrémités; on les enlève, on les replace au milieu et on recommence un certain nombre de fois. Il se forme un pôle sud à l'extrémité qui a été frottée par le pôle nord, et réciproquement.

3° *Méthode de la double touche.* — Pour les gros barreaux, il vaut mieux séparer les deux aimants par une cale de bois et les faire glisser ensemble, d'abord jusqu'à l'une des extrémités, puis jusqu'à l'autre, et continuer à frotter un certain nombre de fois; on s'arrête au milieu, après avoir frotté un même nombre de fois chacune des moitiés. Dans ces deux procédés, on augmente l'effet obtenu en plaçant chacune des extrémités du barreau sur un pôle de nom contraire à celui qui doit s'y former.

4° *Aimantation par l'action de la terre.* — Le champ magnétique terrestre produit sur l'acier des phénomènes d'influence; aussi la plupart des objets en acier présentent-ils une légère aimantation, surtout lorsqu'ils ont été soumis à des chocs répétés. Un barreau d'acier, qu'on place parallèlement à l'aiguille d'inclinaison et dont on frappe l'extrémité, prend un pôle nord à son extrémité inférieure et un pôle sud à l'extrémité supérieure. Un faisceau de fils de fer doux, placé dans cette direction et tordu sur lui-même, s'aimante aussi; mais le champ magnétique terrestre, étant peu intense, ne produit jamais qu'une faible aimantation.

5° *Aimantation par les courants.* — La présence d'un courant produit un champ magnétique qui ne diffère en rien de celui d'un aimant. Un barreau de fer ou d'acier placé dans ce champ doit donc s'y aimanter par influence. Arago a vu en effet, en 1820, qu'un fil de cuivre traversé par un courant attire la limaille de fer, et qu'une aiguille d'acier, placée perpendiculairement à ce fil, s'aimante de manière que son pôle nord soit à gauche du courant, la gauche et la droite du courant étant définies d'après la règle d'Ampère.

On augmente considérablement l'intensité des effets obtenus en se servant d'un multiplicateur ou mieux d'un fil enroulé en spirale autour d'un tube de verre. La règle d'Ampère s'applique toujours. Ainsi le barreau NS (fig. 27) prendra un pôle nord vers la gauche, le sens du courant étant celui des flèches.

Ce procédé donne rapidement le maximum d'aimantation. Il se prête aussi très facilement à la production des points conséquents. Il suffit

de changer brusquement le sens d'enroulement du fil : ainsi le barreau *nn'* prendra un pôle nord à chaque extrémité et un pôle sud en *s*.

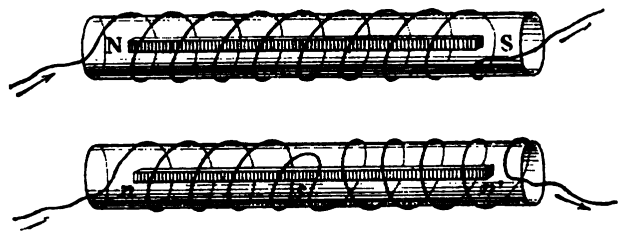


Fig. 27. — Aimantation par les courants.

Le fer doux peut acquérir sous l'influence d'un courant une aimantation extrêmement puissante, qui cesse aussitôt qu'on interrompt celui-ci. On obtient ainsi des *électro-aimants*, qui sont utilisés dans un nombre considérable d'applications.

Procédés industriels. — Dans l'industrie, on aimante les aimants droits en les plaçant dans une bobine parcourue par un fort courant. Pour les aimants en fer à cheval, on les applique sur les pôles de forts électro-aimants, dans lesquels on fait passer pendant quelques secondes le courant d'une dynamo à courant continu. On peut aussi faire glisser le fer à cheval sur les pôles de l'électro, depuis sa courbure jusqu'aux extrémités; on recommence un certain nombre de fois, puis on agit de même sur l'autre face en tirant en sens contraire.

AIMANTER. — Communiquer au fer, à l'acier et à quelques métaux analogues, la propriété magnétique. (Voy. Aimantation.)

AJUSTAGE ÉLECTRIQUE. — Procédé qui permet de ramener exactement au poids légal, par voie électrolytique, les *flans* ou rondelles d'or ou d'argent que la frappe doit transformer en monnaies. Si la pièce est trop lourde, on la prend pour anode soluble dans un bain de dorure ou d'argenture ; si elle est trop légère, on la suspend au contraire à la cathode. On réunit généralement ensemble plusieurs pièces ayant la même erreur pour les corriger d'un seul coup. On peut même placer simultanément aux deux électrodes deux groupes de pièces présentant toutes la même erreur, mais les unes en moins et les autres en plus. Une disposition automatique, semblable à celle de la balance argyrométrique (voy. ce mot), arrête l'opération lorsque les pièces ont pris exactement le poids légal.

ALCOOLS (Rectification des). — Certains alcools mauvais goût ne peuvent pas être purifiés suffisamment par les procédés ‹ ques. MM. Naudin et Schneider ont montr dans certaines conditions, l'électrolyse amener la destruction ou la tra mation des aldéhydes ou des ‹ supérieurs qui produisent ce vais goût.

Dans ce procédé, on soume bord les flegmes à une action] génante. Les électrodes son lames de zinc placées horizo ment et percées de trous pc dégagement des gaz, mais elle vent d'abord subir une prépar Pour cela, on remplit la cuve d'une dissol de sulfate de cuivre dans les flegmes, qu laisse séjourner vingt-quatre heures, à température de 20° à 25°; le cuivre d par électrolyse forme bientôt sur les lame couche brune adhérente. Après avoir r cinq fois cette opération, on procède rectification des flegmes, qui séjournent la cuve de six à quarante-huit heures. L'‹ du couple zinc-cuivre produit de l'oxy‹ cuivre et de l'hydrogène, qui paraît empl‹ transformer les aldéhydes. On ajoute de t en temps un peu d'acide chlorhydrique dissoudre l'oxyde de cuivre. Les flegmes ensuite rectifiés.

Cette première opération ne suffit pas jours, notamment dans le cas des flegme betteraves, qui gardent encore un léger ‹ vais goût. On les additionne alors d'acide c hydrique et on leur fait traverser sous pre une série de voltamètres hermétiquement més et munis d'électrodes en cuivre. L'oxy brûle les impuretés qui subsistent encore flegmes sont ensuite rectifiés.

ALLIANCE (Machine de l'). — Voy. Mac d'induction.

ALLUMAGE ÉLECTRIQUE. — En dehor appareils industriels servant à l'allumage, nous décrirons plus loin (Voy. Allumoirs peut facilement appliquer l'électricité à l' mage instantané d'un nombre quelconqu bougies ou de becs de gaz.

Voici un premier procédé pour l'allu des bougies, fondé sur l'emploi d'une spira platine rendue incandescente par le cou On dispose, dans un coin de la pièce ou n dans un placard, de façon à la dissimuler, pile dont on relie les pôles aux deux e mités d'une spirale en platine suffisamm fine (fig. 28); le circuit comprend un bout sonnerie servant d'interrupteur. D'autre ‹

à la spirale de platine un fil de fulmi- va s'enrouler autour des mèches de bougies jusqu'à la dernière. L'expé- nt ainsi préparée, il suffit de presser



28. — Allumage des bougies par une spirale incandescente.

uton pour produire l'allumage; la vient incandescente et met le feu au n, qui brûle comme une traînée de allume de proche en proche toutes s presque instantanément.

e système, déjà ancien, consiste dans le l'étincelle d'induction. En 1852, du Liais proposèrent l'emploi de la bo- uhmkorff, et leur système fut appli- umage de la mire de l'Observatoire de est située, comme on le sait, à une distance de l'Observatoire lui-même. née à cette époque, cette méthode fut 1873 par Gaiffe et appliquée par lui ge instantané des becs de gaz de la séances de l'Assemblée nationale à , et de celle du Sénat en 1880.

de Versailles contenait 356 becs de portaient chacun un *inflammateur*, deux tiges de fer entre lesquelles étincelle. Ces inflammateurs étaient 18 groupes, reliés séparément à une induction pouvant donner des étin- celles de 15 centimètres. Les becs de chaque groupe s'allumaient simultanément. Un commutateur distributeur envoyait successivement le courant induit dans les 18 circuits, et l'allumage total ne durait pas plus de 14 secondes.

Ce système, peu répandu en France, a reçu de nombreuses applications en Amérique, où des villes entières en font usage. Il est du reste très simple, et tout amateur peut l'installer facilement.

ALLUMEUR - EXTINCTEUR. — Appareil servant à allumer et à éteindre une ou plusieurs lampes électriques par une manœuvre très simple et généralement identique dans les deux cas.

Allumeur - extincteur Browett. — L'organe essentiel de cet appareil (fig. 29) est une tige qui peut tourner autour d'un axe horizontal, et porte à sa partie supérieure un prolongement triangulaire. Lorsqu'on tire l'anneau, une lame verticale, fixée au bout d'un ressort, vient exercer une pression sur cette pièce et, suivant le côté du triangle qu'elle rencontre, elle agit d'un côté ou de l'autre de l'axe et fait basculer la tige à gauche ou à droite. Dans le premier cas, les extrémités de cette tige viennent s'engager sous deux pièces métalliques reliées aux fils et ferment le circuit: la lampe s'allume. Dans le second cas, la tige prend la position que représente notre dessin, et le circuit est ouvert: il en résulte que la lampe s'éteint. Le ressort le plus long sert à maintenir le levier dans la position qu'on lui a fait prendre.

Bouton allumeur-extincteur. — Le bouton allumeur-extincteur de Salomon permet d'obtenir le même effet avec une égale facilité. Il a extérieurement la forme d'un bouton de sonnerie. Dans l'intérieur se trouve une roue à rochet ayant huit dents et munie de quatre goupilles perpendiculaires à son plan. Le bouton lui-même porte une goupille qui vient toucher une des dents et faire avancer la roue d'un huitième de tour chaque fois qu'on appuie sur lui. A côté de la roue se trouve une lame de laiton formant ressort et que les goupilles de celle-ci viennent toucher pour fermer le circuit. Si le courant ne passe pas, une pression sur le bouton fait avancer la roue d'un huitième de tour

et produit le contact d'une des goupilles avec le ressort; une nouvelle pression fait avancer ensuite d'une quantité égale et interrompt le courant. Un ressort à boudin fait relever le



Fig. 29. — Allumeur-extincteur Browett.

bouton après chaque pression. Il suffit donc d'appuyer sur le bouton pour allumer une ou plusieurs lampes, et d'appuyer de nouveau lorsqu'on veut produire l'extinction.

La figure 30 montre cet appareil installé à



Fig. 30. — Bouton allumeur-extincteur Salomon.

droite dans un bouton d'appel, à gauche dans une poire, semblables l'un et l'autre extérieurement à ceux qu'on emploie pour les sonneries.

Bouton-commutateur. — Malgré son nom très différent, le bouton-commutateur Gérard est un allumeur-extincteur. Il se rapproche b coup de l'appareil précédent, mais son m nisme est un peu plus compliqué. Le bouto prolonge par une tige munie à la partie i rieure d'un cliquet qui, à chaque pressio doigt, fait avancer d'une dent une roue à chet. Cette roue entraîne dans son mouven deux autres roues ayant chacune un nom de dents moitié moindre. Ces dents vien frotter sur deux ressorts communiquant le circuit qui contient la lampe : quand e touchent les ressorts, elles ferment le circu la lampe est allumée : elles l'interrompent contraire lorsqu'elles cessent d'être en con avec les ressorts. Mais, à cause du nombre dents, il est évident que les pressions suc sives auront pour effet de produire et de f cesser alternativement le contact. C'est d un même mouvement qui servira à faire l'a mage et l'extinction. Un ressort à boudin re le bouton chaque fois qu'on a appuyé.

Allumeur-extincteur Radiguet. — Cet ap reil ne sert pas tout à fait au même usage

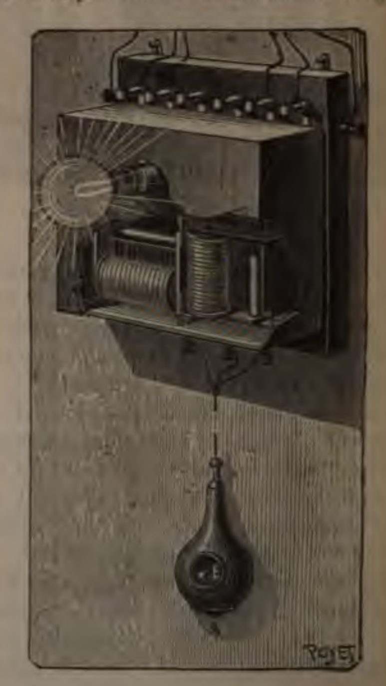


Fig. 31. — Allumeur-extincteur Radiguet.

les précédents. Si les différentes parties d appartement ou d'une maison sont munie cet allumeur extincteur (fig. 31), il suffi pousser un bouton lorsqu'on passe d'une p dans une autre pour éteindre la lampe qu trouve dans la première et en allumer une

dans celle où l'on entre. On peut donc sans emporter à la main une lampe mo- sans être exposé à se trouver un seul dans l'obscurité, monter depuis l'entrée de la maison jusqu'à son appartement ou parcourir les différentes pièces de celui-ci.

Ce petit appareil se compose de deux électro-aimants boiteux (c'est-à-dire ne portant qu'une



Fig. 32. — Applications de l'allumeur-extincteur Radiguet.

ne) disposés à angle droit. Si l'on fait pas- n courant dans l'électro-aimant vertical, rmature est attirée et ferme le circuit de npe, qui se trouve allumée ; mais cette ure est maintenue dans sa nouvelle posi- par celle du second électro ; par consé- , elle y reste, même lorsqu'on a cessé d'appuyer sur le bouton et que l'électro vertical est redevenu inactif. Il n'en est plus de même si, à l'aide d'un second bouton, on actionne l'électro à bobine horizontale, qui attire alors son armature : celle-ci, en se déplaçant, rend libre celle du premier électro qui, sous l'influence d'un ressort, s'écarte et prend sa posi-

tion de repos, interrompant ainsi le circuit de la lampe, qui s'éteint. Mais, en appuyant sur le second bouton, on a produit un double effet : en même temps qu'on envoyait le courant dans l'électro horizontal du premier appareil, on le faisait passer aussi dans l'électro vertical du second allumeur, et par suite on a allumé la seconde lampe en même temps qu'on éteignait la première.

Supposons maintenant qu'on veuille éclairer quatre pièces d'une manière intermittente par ce système : en entrant dans la première, on rencontre à sa droite un premier bouton *a* qui envoie le courant dans l'électro vertical du premier allumeur A et par suite allume la première lampe. En passant dans la seconde pièce, on appuie sur un second bouton *b* également placé à droite, qui envoie le courant à la fois dans l'électro horizontal de A et dans l'électro vertical du second allumeur B, de sorte qu'on éteint la première lampe et qu'on allume la seconde. En continuant à avancer, on devra trouver encore à sa droite deux boutons *c* et *d* pour allumer la troisième et la quatrième lampe et éteindre la seconde et la troisième.

En revenant sur ses pas, on rencontrera quatre autres boutons placés de l'autre côté, toujours à droite par conséquent, et qui produiront le même effet en sens inverse : en pressant sur le premier, on éteint la quatrième lampe et on allume la troisième, et de même pour les suivantes.

Ce système présente en outre l'avantage de ne pas gêner l'allumage isolé des lampes lorsqu'on a besoin d'un éclairage de quelque durée. L'appareil porte pour ce cas une poire à double contact : si l'on appuie sur A (fig. 31) on excite l'électro vertical et l'on allume la lampe ; on l'éteint en pressant sur E. Les lampes peuvent être fixées sur les allumeurs ou à une certaine distance de ces appareils. Les fils de communication peuvent être longs et fins sans inconvénient : la grosseur des fils de sonnerie convient parfaitement, car ils ne transmettent que le courant destiné à exciter les électro-aimants et non celui qui doit actionner les lampes.

La figure 32 montre les divers usages auxquels peut servir l'allumeur-extincteur; elle représente une maison de trois étages dont toutes les parties sont munies de ces appareils. Une personne qui entre dans la maison trouve immédiatement à sa droite un premier bouton qui sert à éclairer le vestibule, puis d'autres qui éclairent successivement les divers étages de l'escalier, et ensuite les différentes pièces de l'appartement dans lequel elle pénètre : cha fois qu'une nouvelle lampe s'allume, la pr dente se trouve éteinte en même temps. figure montre qu'au même moment où c disposition est appliquée dans l'escalier, certain nombre de lampes servent cependa un éclairage continu dans la cave, la log concierge, une bibliothèque, une chambre à cher et une chambre de bonne.

ALLUMEUR-SUBSTITUTEUR. — Petit ap reil imaginé par M. Reynier, et servant à r placer automatiquement une lampe électri éteinte accidentellement ou volontairement, par une autre lampe, soit par une résista équivalente, afin d'empêcher l'extinction autres lampes, si elles sont montées en sé on leur détérioration par un courant trop tense, si elles sont en dérivation.

ALLUMEUR TEMPORAIRE. — L'appareil tomatique d'Aboilard sert à maintenir

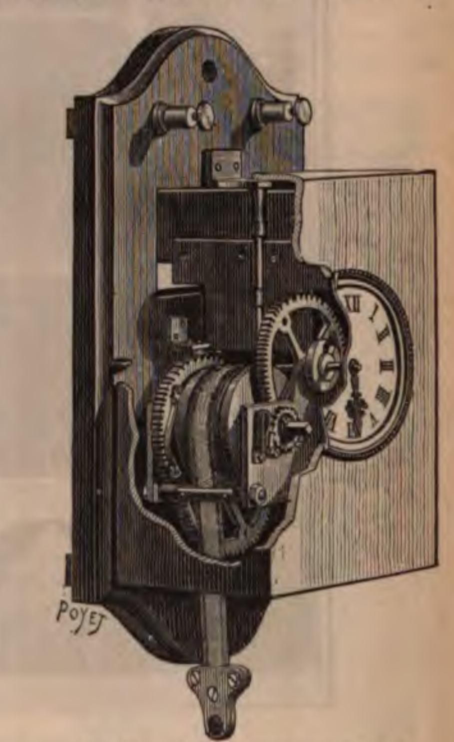


Fig. 33. — Allumeur temporaire Aboilard.

lampe électrique allumée pendant un te voulu, variable du reste selon le réglage l'appareil, et à l'éteindre ensuite automati ment, sans qu'on ait à s'en préoccuper. Il formé d'une petite horloge (fig. 33), qu'on in cale dans le circuit et qui le maintient fe tant qu'elle est en marche, et l'ouvre lorsqu'

rrête. Un cadran muni d'une aiguille permet régler l'appareil, c'est-à-dire de disposer un toir qui arrêtera le mouvement au bout du mps voulu. Ceci fait, il suffit, pour allumer lampe, de tirer à fond le cordon qui sert à monter le mécanisme : le courant passe et la mpe fonctionne. Quand l'horloge s'arrête, le rcuit s'ouvre et la lampe s'éteint d'elle-même.

ALLUMOIR ÉLECTRIQUE. — Appareil ser-t à allumer une lampe ou un bec de gaz soit à l'aide d'une spirale de platine incandescente, soit par une étincelle d'induction, soit enfin au moyen d'une sorte de petite machine électro-statique.

Allumoirs à spirale incandescente. — Les premiers allumoirs fondés sur l'incandescence d'un fil de platine étaient pour la plupart à l'usage des fumeurs. Tels sont ceux de Voisin et Dronier, Loiseau, Barbier, etc., le *Luciphore*

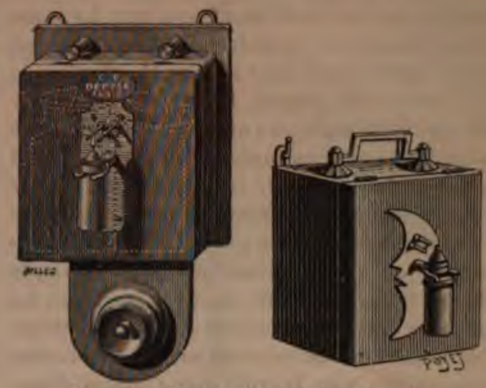


Fig. 34. — Allumoirs à spirale incandescente.

et le *Fiat lux*. Le *briquet de Saturne* est un des plus simples. Dans ces allumoirs, le fil de platine est généralement enroulé en spirale pour concentrer la chaleur dans un plus petit espace et permettre l'emploi d'un courant moins intense. Il existe aujourd'hui un grand nombre d'appareils du même genre qui ne diffèrent les uns des autres que par de petits détails. En voici deux modèles qui peuvent donner une idée de tous les autres (fig. 34). Ils renferment des piles Leclanché, qui sont



Fig. 35. — Allumoirs électriques à gaz (Arnould).

idemment les plus convenables pour ce nre d'applications : il suffit le plus souvent presser sur un bouton pour fermer le circuit et provoquer l'incandescence du fil et l'allumage de la lampe. Le second modèle de notre dessin est plus original : il est disposé de telle

sorte qu'il suffit de donner un petit mouvem
de rotation à la lampe pour fermer le circ
et la voir s'allumer.

Allume-gaz Arnould. — C'est surtout p
l'allumage du gaz que les spirales incan
centes peuvent être employées utilement.
figure 35 montre une série de modèles rep
sur le même principe, mais ayant des fo
différentes suivant les usages auxquels il
destinés. Chacun de ces allumoirs est form
deux parties, un manche et une tige. Le
che, en ébonite ou en porcelaine, renferm
pile au bichromate dont le zinc B, plac
base, est le pôle négatif, tandis que le p
sitif est représenté par un crayon de c
qui la traverse dans toute sa longueur.
l'appareil est renversé, comme on le
la figure théorique, le zinc B n'est pas i
et la pile ne fonctionne pas; si l'on sa
pareil et qu'on le redresse pour s'en
pile est immédiatement mise en m
tige de cet allumoir contient deux co
isolés dont l'un est relié au charbon
communique avec le zinc par l'inte
d'un cylindre métallique qui entour
isolant. Les extrémités des condu
reliées par la spirale de platine. N
montre le modèle ordinaire, puis u
tiné à l'allumage des réverbères e
bourrasque, et un troisième pou
des rampes. Le second se term
petite cage cylindrique en laiton a
on coiffe le bec de gaz afin qu'il pui
malgré le vent. Le dernier porte
gouttière métallique renversée
plusieurs becs à la fois : cette gou
plit d'un mélange détonant qui,
mant, allume tous les becs placé
reil.

Allumoirs à étincelle d'inductio
tème a l'avantage de dispenser
d'une spirale de platine qui, bien q
lant pas à l'air, finit toujours par
besoin d'être remplacée au bout d'un
temps. On a utilisé d'abord la bobine de R
korff; mais on se sert le plus souvent de l'
courant qui se produit dans le circuit d'une
au moment de la rupture et renforce ass
courant pour produire une étincelle. Il y a avan
tage à placer une bobine dans le circuit po
augmenter l'extra-courant et obtenir une étin-
celle plus forte.



Telle est la disposition adoptée dans le *bri-
quet-allumoir* de Radiguet (fig. 36); une petite
lampe B à essence de pétrole repose dans un

o
res

l'abandonne presque aussitôt pour son mouvement, et la rupture du circaillir entre ces deux pièces une étin-



7. — Becs de gaz munis d'un allumoir électrique.

nduction, destinée à enflammer un petit z latéral. Pour cela, la rotation du ro-



Fig. 38. — Allume-gaz perpétuel.

oduit un autre effet : elle démasque, au t où la tige mobile touche le ressort la base d'un petit tube qu'on voit à droite entre le bec et le ressort, et qui laisse échapper une petite quantité de gaz; ce gaz, qui sort en même temps que se produit l'étincelle d'induction, est immédiatement enflammé et vient en s'élevant allumer le jet principal, tandis que, pendant ce temps, le robinet, en achevant de s'ouvrir, a refermé le petit conduit latéral. Il est bon de placer dans le circuit une bobine destinée à augmenter l'étincelle ; une seule bobine suffit d'ailleurs, quel que soit le nombre de becs à allumer.

Allume-gaz perpétuel. — Signalons enfin un allume-gaz électrique qui n'est fondé ni sur l'in-



Fig. 39. — Allume-gaz Woodhouse et Rawson.

candescence ni sur l'induction : en réalité, il se rapproche beaucoup de ce dernier système, mais

c'est le travail mécanique, et non plus l'énergie chimique, qui est transformé en électricité ; il est constitué par une petite machine statique contenue dans le manche et tout à fait analogue au petit appareil désigné par sir W. Thomson sous le nom de *Replenisher* (Voy. ÉLECTROMÈTRE). Le manche est un cylindre creux d'ébonite muni à l'intérieur de deux armatures d'étain occupant chacune environ un tiers de sa circonférence, et dans lequel peut tourner un autre cylindre isolant garni de six armatures d'étain sur son pourtour. Pour se servir de l'instrument, on presse un bouton (fig. 38) qui, au moyen d'un système d'engrenage, communique au cylindre intérieur un rapide mouvement de rotation : les six armatures d'étain viennent alors frotter successivement contre six ressorts disposés sur la base du cylindre extérieur, et dont les communications sont établies d'une manière convenable. Il résulte de là que, si les deux armatures du cylindre extérieur possèdent au commencement une différence de potentiel, si minime qu'elle soit, cette différence se trouve bientôt multipliée un certain nombre de fois par la manœuvre de l'appareil et devient suffisante pour produire une étincelle. On a donc ici une petite machine électrique du genre de celle de Holtz. Il est bon que le manche contienne une substance desséchante pour garantir de l'humidité les organes intérieurs. Cette ingénieuse disposition supprime les liquides nécessités par une pile et n'exige par suite aucun entretien.

La figure 39 représente un modèle analogue construit par MM. Woodhouse et Rawson.

ALLUMOIR-EXTINCTEUR. — Le nom d'allumoir-extincteur s'applique ici à un instrument destiné à allumer une lampe et à l'éteindre automatiquement au bout de quelques instants, la durée de l'éclairage étant toujours la même. Il peut être utilisé dans bien des cas, notamment pour éclairer la nuit le vestibule d'une maison chaque fois que rentre une personne. On peut alors le mettre en communication avec le cordon qui sert à ouvrir la porte d'entrée : chaque fois que le concierge tire le cordon pour ouvrir, la lampe s'allume, brûle trois ou quatre minutes et s'éteint ensuite automatiquement.

La figure 40 montre l'aspect général
pareil et sa disposition théorique. La
principale est une sorte de bobine de
korff destinée à fournir l'étincelle né

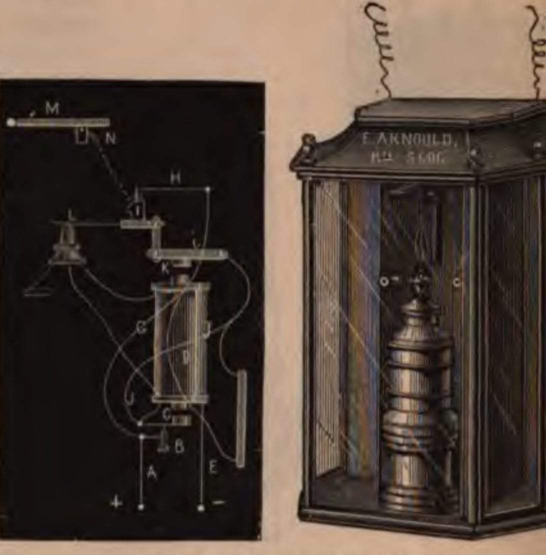


Fig. 40. — Allumoir-extincteur Arnould.

pour allumer la lampe. Lorsqu'on ferm
cuit, le courant arrive par A et se di
deux dérivations. La première comp
vis B, le trembleur C, le fil inducteur
bobine et vient aboutir en E pour reto
la pile : la seconde suit le chemin GHIJ
rejoindre la première au ressort C, d
que le courant entier traverse la bobin
que le courant passe, le fer doux de la
attire le trembleur C, qui reste collé, et
mier circuit se trouve interrompu entre
mais, grâce au second fil, le courant c
à traverser la bobine, qui attire égaleme
mature K, située à l'autre extrémité.
pièce, en se déplaçant, agit sur l'éteig
qui se relève et vient s'accrocher au ta
sa tige prenant la direction de la ligne
tuée. Ce mouvement interrompt entre H
second circuit d'une manière permane
trembleur C, n'étant plus attiré, revien
première position et se met à osciller
dans les bobines ordinaires : la bobin
tionne donc et produit des étincelles d
tion qui jaillissent au niveau de la m
allument la lampe. Toutes ces opérati
produisent pendant le temps très cou
circuit total se trouve fermé par l'inter
par exemple le cordon de tirage de l
d'entrée. Pour produire l'extinction au

nt, on a disposé au-dessus de la lampe me métallique M formée de deux sub- inégalement dilatables : l'action de la r ne tarde pas à la courber, de sorte laisse échapper l'éteignoir, qui vient quer sur la lampe et l'éteint. L'appareil levenu inactif jusqu'à ce qu'en tirant le on fasse de nouveau passer le courant.

HABET TÉLÉGRAPHIQUE. — Voy. TÉLÉ-

LGAMATEUR ÉLECTRIQUE. — Appareil Manes, servant à traiter les minerais d'argent. Le minerai pulvérisé tombe en dans des cônes d'acier dans lesquels ans cesse un courant d'eau et de mer- es brosses tournent à l'intérieur et mé- le tout. Les cônes et les brosses sont ux deux pôles d'une machine dynamo. amation est plus complète que par les s ordinaires, et l'on obtient un meil- ndement.

LGAMATION. — Opération qui consiste amer les zincs de piles, c'est-à-dire à biner avec du mercure. Kemp a montré zinc amalgamé n'est pas attaqué par idulée, et Sturgeon a proposé de l'em- dans les piles, où il se comporte comme chimiquement pur. Sa surface étant ne, il ne se forme pas de couples locaux rieur des éléments, et le zinc s'use seule- rsque la pile fonctionne. Outre l'écono- i en résulte, les piles conservent beau- lus longtemps leur constance.

amalgamer les zincs, le procédé le plus consiste à les frotter avec du mercure, es avoir plongés dans l'eau aiguisée d'a- ulfurique. On peut encore frotter les vec un sel de mercure. M. Desruelles de bons résultats en frottant les zincs n onguent formé de vaseline et de mer- t riche en mercure.

RE JAUNE. — Résine fossile qui s'élec- cilement par frottement, et qui fit dé- r aux anciens la propriété électrique. Le *ctricité* vient de ἤλεκτρον, nom grec de e.

. — Partie centrale d'un câble électri- rmée d'un ou de plusieurs fils conduc-

IÈTRE. — Nom donné à certains am- ètres. (Voy. ce mot.)

RCE ÉLECTRIQUE. — Les amorces élec- servent à produire à distance l'inflam- des mines. Tantôt l'inflammation est e par un petit fil de platine très fin qui est porté à l'incandescence par le courant d'une pile ; ce sont les amorces dites de *quantité;* tantôt au contraire la combustion est due à une étincelle d'induction qui éclate entre les extrémités des deux conducteurs ; on les nomme alors amorces de *tension*.

L'emploi de l'électricité a ici de grands avantages : on peut produire l'explosion exactement au moment voulu, ce qui est d'une grande utilité en cas de guerre ; de plus, on peut enflammer un nombre considérable d'amorces absolument au même instant, et obtenir par cette simultanéité absolue des effets beaucoup plus puissants que si les explosions étaient séparées par un intervalle même très court.

Les *amorces de quantité* sont formées de deux fils de cuivre bien isolés et tordus ensemble, dont les extrémités libres seront mises en communication avec le générateur d'électricité (fig. 41). Aux extrémités intérieures sont sou-



Fig. 41. — Amorce de quantité.

dés les deux bouts du petit fil de platine, ordinairement replié en hélice, afin que le rayonnement des spires les unes sur les autres augmente l'échauffement; cette forme donne en outre au fil une élasticité qui l'empêche de se briser aussi facilement dans le transport. La spirale de platine est entourée de coton-poudre et le fond de l'amorce est rempli de fulminate de mercure, dont le poids varie de 0,5 gramme à 2 grammes. Le tout est logé dans un petit tube de métal très mince et long de 4 à 7 centimètres.

La pile qui fournit le courant destiné à porter au rouge la spirale de platine peut être quelconque; l'opération ne devant durer qu'un instant, il est commode d'employer une pile au bichromate ou autre, dont tous les éléments, suspendus à une planchette, peuvent être plongés instantanément dans le liquide et retirés aussitôt après, au moyen d'un treuil ou de toute autre disposition.

Comme application de ce système on peut citer l'explosion des mines de Hell-Gate, New-York, où l'on alluma à la fois 4,200 amorces. Les cartouches étaient groupées par vingt dans un même circuit ; huit circuits de même résistance étaient desservis par une même pile d'environ 40 éléments ; il y avait vingt-trois circuits semblables. On ferma tous les circuits

au même instant, et toutes les mines éclatèrent à la fois.

Les *amorces de tension* ne diffèrent pas extérieurement des précédentes, mais les extr
tés intérieures des deux fils de cuivre
séparées par un petit intervalle. Ces amo

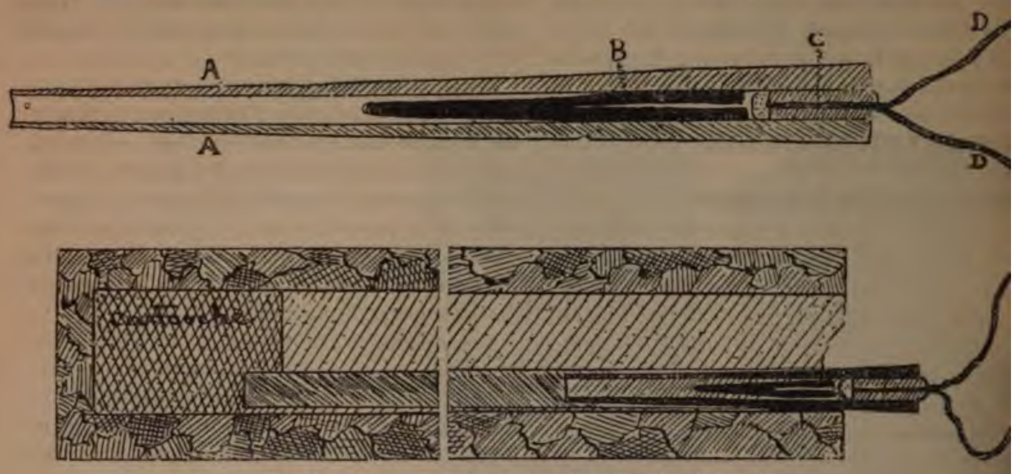


Fig. 42. — Amorce Scola-Ruggieri, sa disposition dans le trou de mine.

sont remplies le plus souvent par un mélange de charbon de cornue, de sulfure d'antimoine et de chlorate de potasse.

Les amorces de MM. Scola et Ruggieri sont entourées d'une cartouche contenant une pâte fusante de chlorate de potasse, sulfure d'antimoine, nitre et charbon en poudre fine, et fixées à l'extrémité d'un tube conique en carton. Quand on excite l'étincelle, l'explosion de la cartouche allume une mèche placée dans le tube et la projette dans la mine. De cette manière, la mine s'enflamme instantanément ou pas du tout ; dans ce dernier cas, on est assuré que la mèche est éteinte, et l'on peut s'approcher sans danger.

Les amorces Scola-Ruggieri, désignées aussi sous le nom d'amorces à projection, sont destinées à être employées avec l'exploseur des mêmes inventeurs. Elles sont formées d'un tube de carton légèrement conique, qu'on introduit dans un vide ménagé à l'épinglette dans le bourrage et qui renferme une petite amorce de tension et, en avant, un brin de mèche à étoupille plié en forme de V. Quand le feu est donné à l'amorce, elle chasse avec violence la mèche, qu'elle enflamme, et qui, projetée jusqu'au fond du trou de mine, vient enflammer la charge (fig. 42).

Les amorces de tension peuvent être enflammées par l'étincelle d'une machine électrique ou d'une bobine d'induction. On a construit des machines électriques destinées spécialement à cet usage. Mais il est plus commode d'avoir recours aux exploseurs magnétiques (Voy

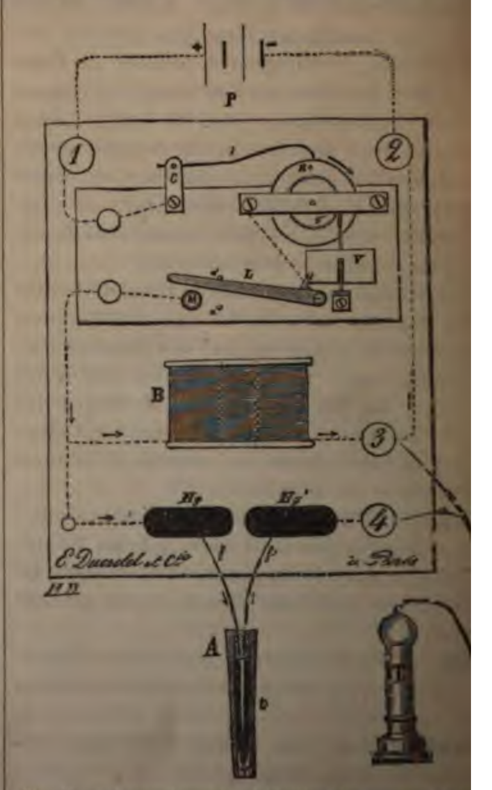


Fig. 43. — Appareil pour la vérification des amorces de te

mot), qui sont bien plus robustes et ne n
sitent pas l'emploi d'une pile.

Comparaison des deux systèmes. — Les amorces de tension sont d'une construction plus simple et moins fragiles; elles s'enflamment sous l'influence d'exploseurs plus robustes et plus faciles à transporter qu'une pile; enfin elles assurent la simultanéité parfaite d'explosion de toutes les amorces d'un même circuit. D'un autre côté, elles ont l'inconvénient d'exiger un très bon isolement.

Les amorces de quantité, pouvant s'allumer par l'action de courants peu intenses, n'exigent pas un isolement aussi parfait; elles permettent de vérifier à chaque instant si le circuit ne présente pas d'interruption, en y faisant passer un courant trop faible pour provoquer l'incandescence du platine; il est vrai que cette épreuve ne montre pas si l'amorce est chargée. Mais, les fils de platine pouvant offrir des résistances un peu différentes, on n'est pas aussi certain de produire l'inflammation de toutes les amorces rigoureusement au même instant.

Vérification des amorces de tension. — M. Ducretet a appliqué en 1886 le téléphone à la vérification des amorces de tension. Une pile P de trois éléments Leclanché (fig. 43) est en communication avec une bobine B à fil fin par l'intermédiaire d'un interrupteur à mouvement d'horlogerie R; sur la bobine est établie une dérivation comprenant un téléphone T et deux godets de mercure Hg et Hg′, dans lesquels on plonge les deux bouts de l'amorce à essayer, ce qui ferme le circuit dérivé. On met l'interrupteur en marche et l'on applique le téléphone à l'oreille. Si l'amorce est en bon état, on entend un léger bruit dû au passage à travers la matière fusante de petites étincelles, insuffisantes pour l'enflammer. Si l'amorce n'a pas été chargée, le courant ne passe pas et l'on n'entend rien. Enfin, si les deux fils métalliques se touchaient dans l'intérieur, le courant passerait facilement de l'un à l'autre et produirait dans le téléphone un bruit intense; l'amorce serait encore à rejeter dans ce cas, puisqu'il ne jaillirait pas d'étincelle à l'intérieur. On voit que cet appareil permet une vérification très rapide.

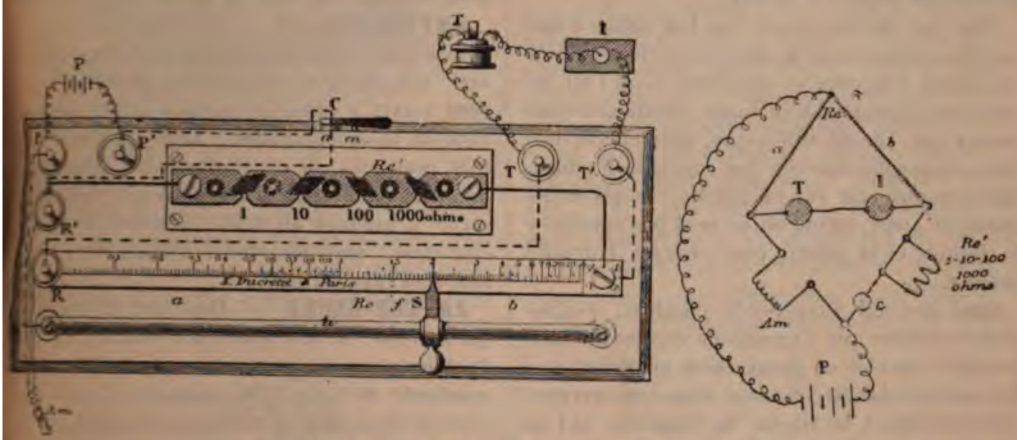


Fig. 44. — Appareil pour la vérification des amorces de quantité.

Vérification des amorces de quantité. — On peut vérifier les amorces de quantité en mesurant leur résistance. M. Ducretet a construit récemment un appareil destiné à cet usage, et formé d'une boîte de résistances, avec pont de Wheatstone (fig. 44).

Les branches a et b du pont sont formées par les deux parties d'un fil métallique, et la position du curseur S indique sur une règle graduée la valeur du rapport $\frac{a}{b}$. La résistance R s'obtient en enlevant une des fiches de la boîte. La résistance de l'amorce est

$$x = R \times \frac{a}{b}.$$

Il suffit donc de lire la position du curseur S, et de multiplier le chiffre correspondant par la résistance R introduite. L'amorce se place en A. Aux formes T T′ se fixent un téléphone T et un interrupteur L à mouvement d'horlogerie. Lorsque l'équilibre est établi, on n'entend aucun bruit dans le téléphone.

AMORTISSEMENT. — Action d'amortir les oscillations d'une aiguille aimantée pour la ramener plus vite à sa position d'équilibre. Dans les galvanomètres, on obtient l'amortissement soit en utilisant les courants d'induction

produits par les oscillations de l'aiguille, et qui, d'après la loi de Lenz, s'opposent à son mouvement, soit en augmentant la résistance de l'air par l'addition d'une palette très légère qui oscille avec l'aiguille.

Quand la résistance du circuit est faible, les courants induits qui prennent naissance dans le fil même du galvanomètre ou dans le cercle de cuivre divisé suffisent à l'amortissement. Dans les appareils à grande résistance, on entoure souvent l'aiguille d'un cadre de cuivre massif, qui forme le noyau de la bobine (électrodynamomètre de Weber).

Dans les électromètres, on fait usage d'une palette suspendue à la partie inférieure du fil qui porte l'aiguille et oscillant dans l'air ou dans un liquide. La potasse paraît convenir mieux que l'acide sulfurique, qui, en s'hydratant, donne naissance à des courants liquides, qui peuvent agir sur la palette; la glycérine convient aussi, lorsqu'on ne veut pas employer le liquide et la palette pour charger l'aiguille mobile.

Quel que soit le procédé employé, l'expérience montre que l'amplitude des oscillations amorties décroît en progression géométrique : les causes retardatrices sont donc toujours proportionnelles à la vitesse de l'aiguille. Si l'on appelle a_0, a_1, a_2;... a_n les amplitudes successives, on a

$$\frac{a_0}{a_1}=\frac{a_1}{a_2}=\frac{a_2}{a_3}=\ldots\ldots=\frac{a_{n-1}}{a_n}.$$

Si l'on désigne par e^{λ} la valeur constante du rapport ci-dessus, e étant la base des logarithmes népériens, la quantité λ, qui est le logarithme népérien de ce rapport, s'appelle le *décrément logarithmique* des oscillations et peut servir à mesurer l'amortissement.

Si l'on appelle T la durée de l'oscillation amortie et t celle de l'oscillation du même appareil sans amortissement, on a

$$T=t\sqrt{1+\frac{\lambda^2}{\pi^2}}.$$

AMPÈRE. — Unité pratique d'intensité. C'est l'intensité d'un courant produit par une force électromotrice égale à un *volt* dans un circuit dont la résistance totale serait un *ohm*.

C'est encore l'intensité d'un courant qui envoie par seconde à travers chaque section du conducteur une unité pratique de quantité, c'est-à-dire un *coulomb*.

Enfin, c'est aussi l'intensité d'un courant qui, en une seconde, décompose 0,0373 mgr. d'eau, ou qui dépose, dans le même temps, 1,124 d'argent ou 0,6615 mgr. de cuivre.

L'ampère vaut 10^{-1} unités C. G. S. d sité.

L'ampère est employé à la mesure d rants destinés à la lumière électrique transmission de la force, etc. Parmi se multiples on utilise surtout le *milliamp* millième partie d'un ampère, qui sert à sure des courants employés dans la télég dans les applications médicales, etc. A faut un courant de 15 milliampères p tionner un télégraphe de Morse (Voy. U

AMPÈRE-ÉTALON. — M. Pellat a do nom à des appareils gradués par compa avec son électrodynamomètre absolu e vant servir à faire les mêmes détermi avec la même précision. Ces appareil très pratiques, la constante étant déte une fois pour toutes. Ils peuvent éga servir à graduer en valeur absolue les nomètres, ampèremètres, voltamètres ÉLECTRODYNAMOMÈTRE).

AMPÈRE-HEURE. — Quantité d'éle qui traverse en une heure la section d'u ducteur parcouru par un courant d'in constante et égale à un ampère. Com courant d'un ampère débite un coulomb conde, on voit qu'un ampère-heure vau coulombs (Voy. UNITÉS).

AMPÈRE (LOIS D'). — Lois relatives à l des courants sur les courants (Voy. ÉLEC NAMIQUE).

AMPÈRE (RÈGLE D'). — Voy. ÉLECTRO TISME.

AMPÈREMÈTRE. — Galvanomètre ét de manière que chacune des divisions ponde exactement à une intensité d'un a ou à une fraction connue d'ampère. Dans l vanomètres ordinaires, les déviations d guille ne sont proportionnelles aux int des courants que si elles sont très faibl donnant à la bobine du multiplicateu forme convenable, on peut obtenir la p tionnalité jusqu'à un angle de 50° ou 60° réglant la résistance, on peut s'arrange que chaque degré corresponde exacte un ampère ou à une fraction d'ampère.

Les ampèremètres peuvent être gradu par comparaison avec un instrument dé lonné, soit en mesurant en même temps rant par une action chimique, soit e faisant varier l'intensité d'un courant d proportions connues au moyen d'une b résistances.

La figure 45 représente un instrument de ce genre destiné aux usages médicaux. L'aiguille ...ique est au centre d'un multiplicateur de

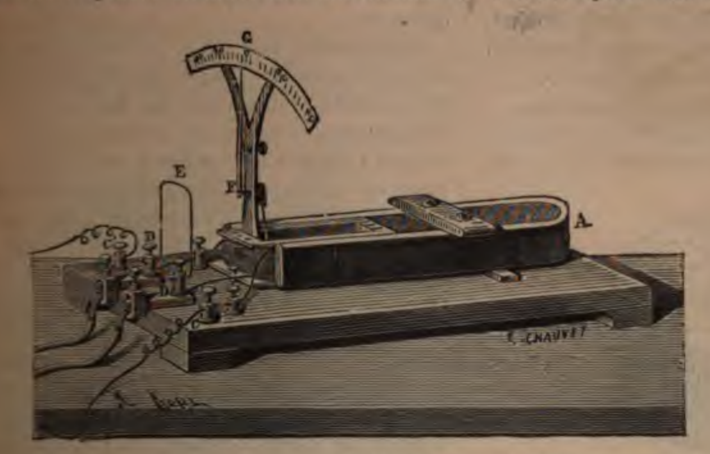


Fig. 45. — Ampèremètre.

...e ovoïde; un index I, fixé perpendiculairement à l'aiguille, se meut sur le cadran et ...que les intensités de 1 à 50 milliampères. ... même instrument peut servir cependant à ...urer des intensités beaucoup plus grandes. ...ffit de le placer en dérivation sur un *shunt* (Voy. ce mot) de résistance convenable. Il en est de même pour tous les ampèremètres.

Les indications de cet appareil sont indépendantes du magnétisme de l'aiguille, puisque les deux forces qui agissent sur elle, l'action de la terre et celle du courant, sont toutes deux proportionnelles à cette quantité; mais elles dépendent de l'intensité du magnétisme terrestre au lieu où l'on opère.

Ampèremètre Deprez. — L'ampèremètre de M. Deprez (fig. 46) est entouré par un fort aimant en fer à cheval qui crée entre ses branches un champ magnétique intense, de sorte que l'aiguille, placée dans ce champ, est soustraite à l'action de la terre. Entre les branches de l'aimant est placé le cadre rectangulaire sur lequel s'enroule le circuit que doit traverser le courant; il est formé de quatre tours d'une lame de cuivre de 10 mm. carrés de section. L'aiguille disposée à l'intérieur de ce cadre a la forme dite *en arête de poisson:* c'est une lame de fer doux, présentant un certain nombre de fentes transversales, de manière à figurer une série d'aiguilles parallèles. Elle s'aimante par influence sous l'action du champ



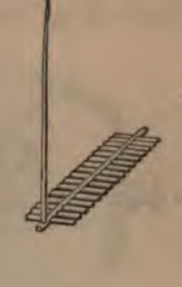


Fig. 46. — Ampèremètre Deprez.

...e place horizontalement; elle est portée par ... couteau semblable à celui des balances. ...squ'on fait passer un courant, l'aiguille en...ne une poulie qui tourne autour du même ...; le mouvement est généralement transmis ... une corde sans fin à une autre poulie de ...n cinq fois plus petit, qui porte une aiguille ...bile sur un cadran divisé, et dont le déplacement se trouve ainsi amplifié dans le rapport ... à 5. Les déviations de l'aiguille aimantée ...t toujours très petites, on peut admettre ...lles sont proportionnelles aux intensités. Notre dessin représente séparément l'aiguille en arête de poisson.

Ampèremètre Thomson. — Sir W. Thomson a imaginé récemment un ampèremètre qui permet des vérifications faciles et peut servir dans des limites très étendues, tout en évitant l'emploi des shunts, qui ne donnent pas toujours une exactitude suffisante.

Cet instrument comprend une bobine verticale en forme de couronne (fig. 47), sur laquelle est enroulée une bande de cuivre de résistance négligeable. Perpendiculairement à

cette bobine, dans laquelle passe le courant, se meut une planchette horizontale, portant le système magnétique, qui comprend quatre petites aiguilles aimantées munies d'un index en aluminium. Le plan vertical des aiguilles par le centre de la bobine. Les divisions tracées sur un miroir plan, pour éviter l reurs de parallaxe.

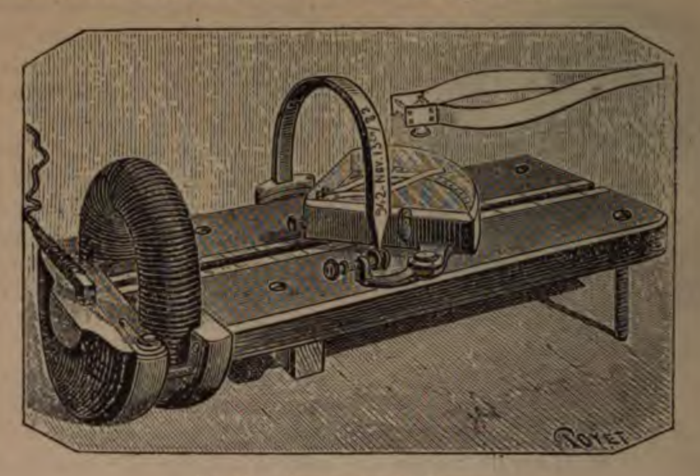


Fig. 47. — Ampèremètre W. Thomson.

Cet instrument est analogue à la boussole de Gaugain. La sensibilité diminue à mesure qu'on éloigne le système magnétique de la bobine. La graduation se fait empiriquement. L'appareil permet de mesurer jusqu'à 1000 ampères.

Ampèremètre industriel Deprez et Carpentier. — Cet appareil, plus robuste que le précédent et destiné surtout aux usages industriels (fig. 48),



Fig. 48. — Ampèremètre industriel Deprez et Carpentier.

a cependant une construction analogue. Deux aimants circulaires, se touchant par leurs pôles de même nom, déterminent un champ intense dans lequel est placé la bobine, ayant ses spires verticales. A l'intérieur de celle-ci est une aiguille de fer doux, qui se polarise sous l'action du champ. Une aiguille d'aluminium, fixée au même axe et parallèle à la première, tourne avec elle et indique l'intensité sur un cadran divisé de 0 à 50 ampères. L'appareil peut contenir en outre un *réducteur* ou shunt qui permet de diminuer la sensibilité de l'instrument de façon à lui permettre d'atteindre ju 200 ampères. La graduation est tracée e quement.

Ampèremètre Desruelles. — Cet instru destiné aux mêmes usages que le précéde très portatif. Un aimant en fer à chev termine encore un champ intense, sous l' duquel l'aiguille de fer doux se polarise place suivant la ligne des pôles. Entre les branches de l'aimant se trouve aussi un bine dans laquelle passe le courant et qu tient un noyau de fer doux. Ce noyau s'ai sous l'influence du courant, et attire l'ai qui dévie plus ou moins fortement. En çant une fiche située entre les deux born fait varier la sensibilité. La graduation empiriquement.

Ammètre Ayrton et Perry. — Cet instr diffère peu des précédents. Une petite a aimantée est placée dans une bobine en elle-même par les pièces polaires d'un mant en fer à cheval. A l'aiguille est lié dex qui tourne avec elle et indique les sités sur un cadran divisé. Le fil qui s'e sur la bobine est formé de dix fils égaux les uns des autres, et qu'on peut, à l'aid commutateur, réunir à volonté en série quantité. L'appareil peut ainsi mesurer tensités très différentes.

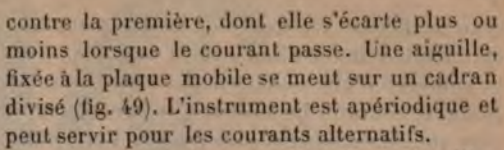
Ampèremètre Desruelles et Chauvin. — formé d'une bobine hémi-circulaire en de fil ; à l'intérieur et le long du côté rec

pliquée une bande de fer doux extrême-
mince; une seconde plaque mince du
métal est fixée à un axe passant par le



ig. 49. — Ampèremètre Desruelles et Chauvin.

de la bobine, et peut tourner autour de
t comme un feuillet de livre. Un ressort
aintient cette plaque légèrement appuyée



contre la première, dont elle s'écarte plus ou moins lorsque le courant passe. Une aiguille, fixée à la plaque mobile se meut sur un cadran divisé (fig. 49). L'instrument est apériodique et peut servir pour les courants alternatifs.

Ammètre Waterhouse. — Dans l'ammètre Waterhouse, on a supprimé, pour avoir des indications plus constantes, les ressorts et les aimants permanents. C'est la pesanteur qui ramène l'aiguille au zéro, et la déviation est due à la répulsion des pôles de même nom de deux électros excités par le courant à mesurer. Ce courant traverse un fil enroulé en spirale, qui entoure un noyau de fer doux fixe M, et une armature de même métal A, qui porte deux pièces polaires S et N, la dernière munie d'une aiguille (fig. 50). L'armature A, ses pièces polaires et l'aiguille peuvent tourner autour d'un axe horizontal. Sous l'action du courant, A et M prennent la même polarité; les pièces N et S s'écartent d'autant plus du centre du noyau M

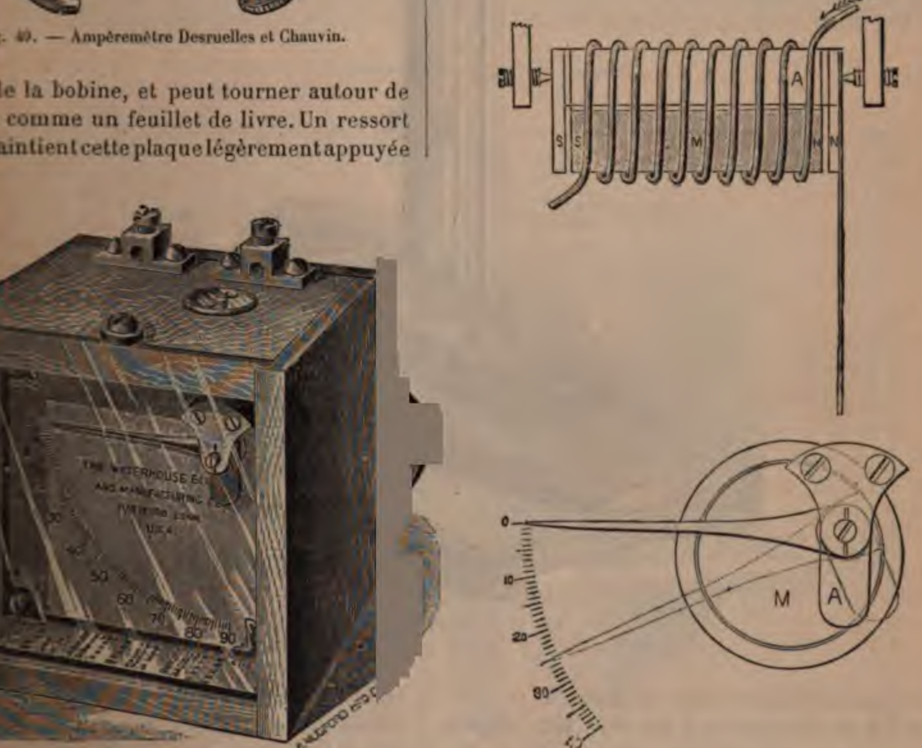


Fig. 50. — Ammètre Waterhouse.

ntensité est plus grande, et l'aiguille
ne position telle que celle indiquée en
é. Quand on interrompt le courant,
l'aiguille revient au zéro par son propre poids.

Ampèremètre de Lalande. — Cet appareil est un aréomètre métallique contenant un fais-

ceau de fils de fer doux; on le place sur une éprouvette remplie d'eau jusqu'à un niveau fixe, et entourée d'une bobine dans laquelle on fait passer le courant. Le flotteur s'enfonce d'autant plus que l'intensité est plus grande; l'extrémité supérieure de sa tige se déplace devant une graduation. Il y a sensiblement proporti lité entre certaines limites.

Ampèremètre à mercure. — Le galvanom mercure de M. Lippmann peut servir égal à mesurer les intensités en valeur absolu les déplacements de la colonne mercu

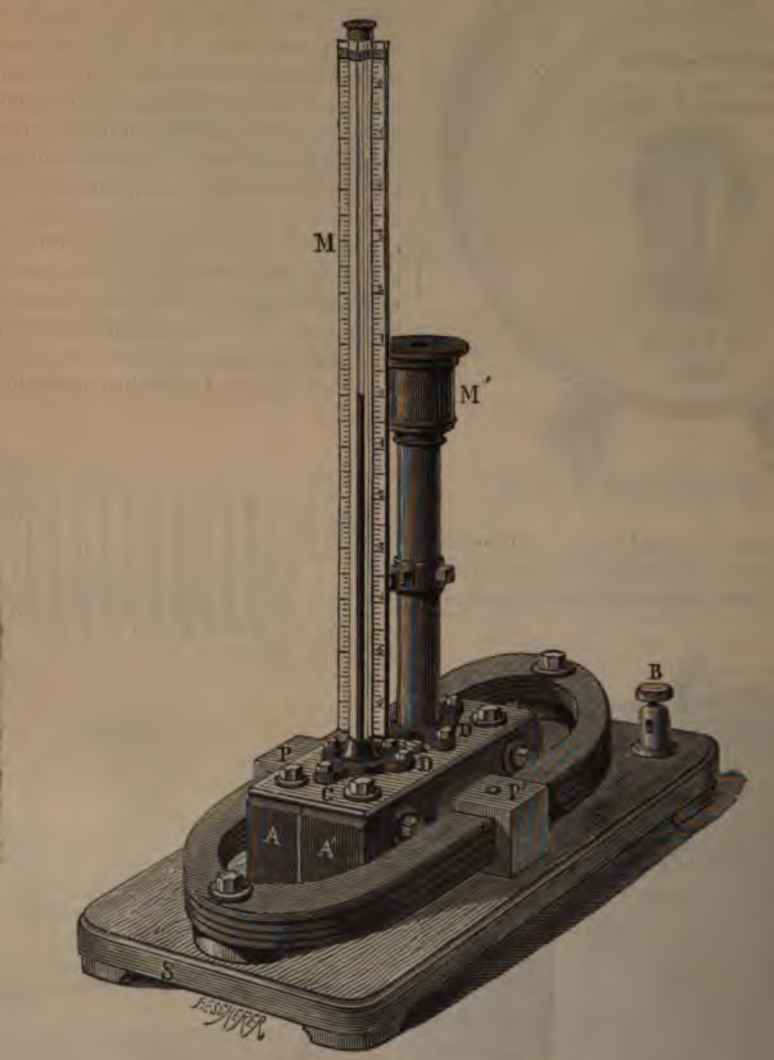


Fig. 51. — Ampèremètre à mercure.

sont proportionnels aux intensités. Il se compose d'un manomètre à air libre MM', disposé entre les branches de deux aimants réunis par les pôles de même nom, et munis de pièces polaires PP', ne laissant entre elles qu'une fente où passe la branche horizontale du manomètre, réduite en ce point à un petit tube rectangulaire (fig. 51). Le courant qu'on veut mesurer traverse verticalement cette branche ent pièces PP', et forme en ce point un élém courant mobile, qui se déplace par l' électromagnétique; il s'établit donc ent deux branches une différence de niveau que la pression hydrostatique qui en r fasse équilibre à l'action électro-magnétiq

Ampèremètres enregistreurs. — Pour

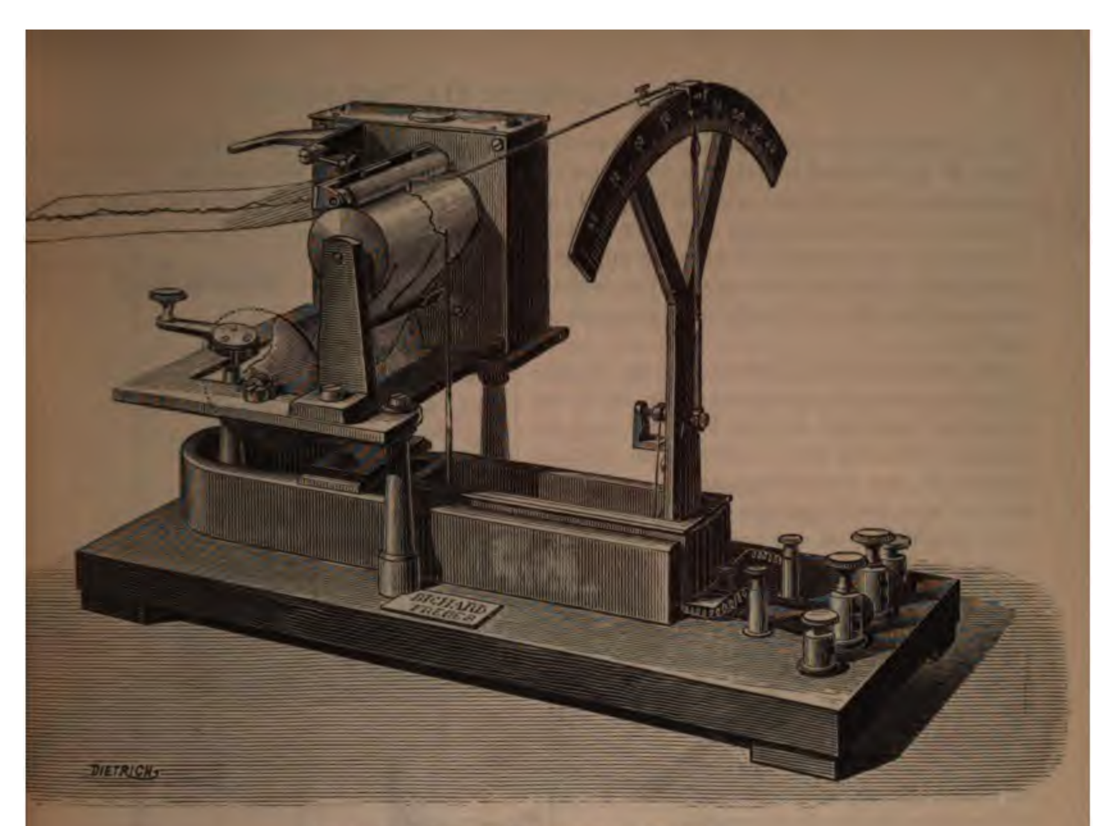


Fig. 52. — Ampèremètre enregistreur de Montaud.

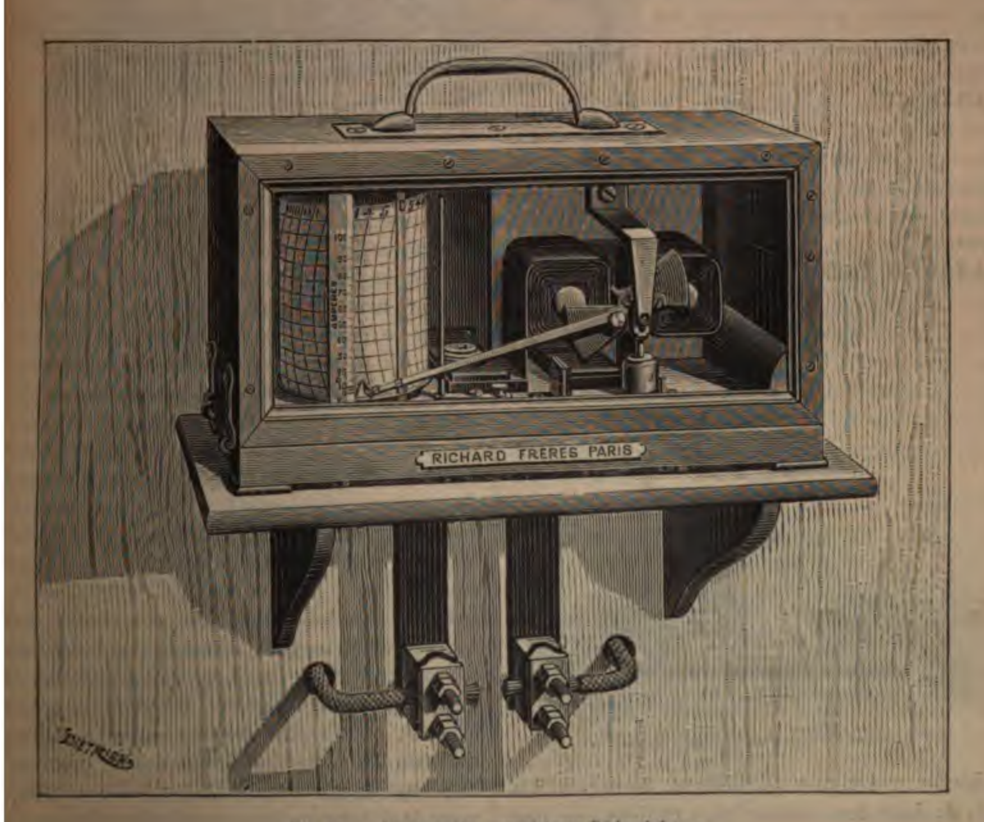


Fig. 53. — Ampèremètre enregistreur Richard frères.

dier la charge et la décharge de ses accumulateurs, M. de Montaud se sert d'un ampèremètre enregistreur (fig. 52), qui n'est autre que l'ampèremètre à arête de poisson de M. Deprez dont l'aiguille indicatrice porte, à son extrémité, une plume légère destinée à enregistrer les résultats sur un papier qui se déroule d'un mouvement uniforme.

MM. Richard frères construisent pour l'industrie un ampèremètre enregistreur (fig. 53) formé d'un électro-aimant à deux bobines, dont les noyaux, aimantés par le passage du courant dans le fil qui les entoure, agissent sur une double palette de fer doux montée sur un axe parallèle à celui des bobines. La surface de cette palette est gauche et inclinée par rapport au plan qui passe par l'extrémité des noyaux. Les mouvements de la palette se transmettent à un style enregistreur (Voy. ENREGISTREUR).

Les électrodynamomètres (voy. ce mot) peuvent également servir à la mesure absolue des intensités. Enfin les ampèremètres peuvent être disposés pour mesurer les forces électromotrices (Voy. VOLTMÈTRES).

ANALOGUE. — On donne ce nom au pôle d'un corps *pyroélectrique* qui devient positif par élévation de la température, et négatif par son abaissement. C'est l'opposé d'*antilogue.*

ANALYSE ÉLECTROLYTIQUE. — Les pro-



Fig. 54. — Dosage électrolytique du cuivre.

cédés électrolytiques permettent, dans certains cas, de faire des dosages plus rapides que par les procédés chimiques, et de séparer des taux qu'on peut difficilement isoler par réactifs ordinaires. La méthode consiste à

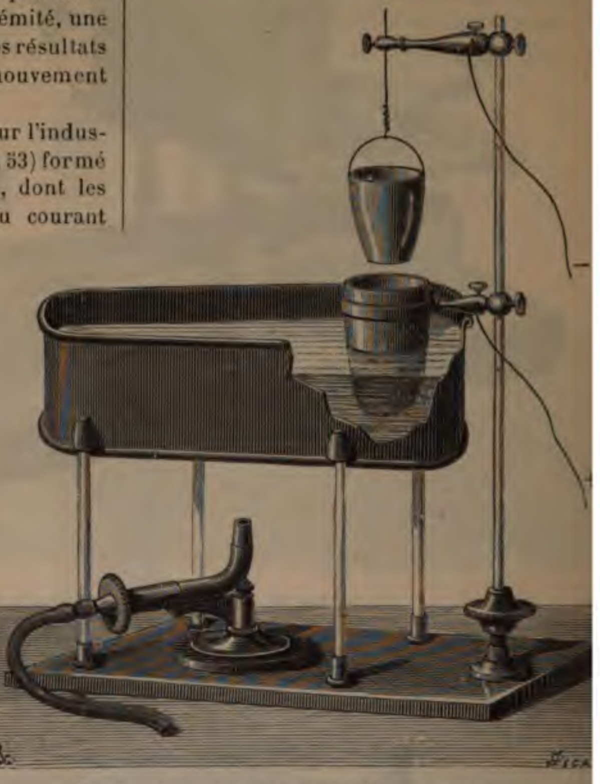


Fig. 55. — Appareil de Riche pour les dosages électrolytiques.

soudre le métal dans un liquide convenabl à faire passer un courant à l'aide de deux trodes de platine. On pèse soigneusemen cathode avant et après l'opération : l'augn tation de poids donne le poids du métal posé. On met le liquide dans un creuset une capsule de platine *c* (fig. 54), qu'on p sur un support isolant *v* et qu'on fait com niquer par l'intermédiaire d'une lame mé lique *p* avec le pôle négatif d'une pile for de quelques éléments Daniell. L'anode est présentée par un fil de platine *s*. L'augmen tion de poids du creuset donne le poids métal.

Dans certains cas, il est avantageux de ch fer l'électrolyte pour diminuer sa résista On peut alors se servir de l'appareil (fig. formé de deux creusets de platine con triques, portés par une tige isolante et pl dans un bain que chauffe un bec de Bunse

Dosage du mercure. — M. Escosura a indi pour la détermination quantitative du mer

procédé électrolytique très simple, qui est ntenant appliqué à Almaden et donne de s résultats.

n prend un poids connu de minerai, qui se contenir environ 20 milligrammes de rcure; on le met dans une capsule de platine on le délaye dans un mélange de 90 centitres cubes d'eau, 10 d'acide chlorhydrique de 20 de sulfite d'ammoniaque; ce dernier est destiné à précipiter le sélénium et le ure qui, sans cette précaution, seraient ennés par le courant avec le mercure et le eiraient. On fait communiquer la capsule le pôle positif d'une pile de deux à trois ents de Bunsen, et l'on fait plonger au mi- du liquide un disque d'or pesé avec soin rvant de cathode.

chlore résultant de la décomposition élec-tique du liquide se porte sur la capsule, où rait attaquer le minerai en formant des ures de mercure et de soufre, qui sont en- décomposés. Le mercure se dépose sur auquel il adhère parfaitement; l'augmen-n de poids du disque donne le poids du l déposé. Quant au chlorure de soufre, il t se décomposer dans le liquide en acides hydrique et sulfurique. L'opération doit terminée dans les vingt-quatre heures.

aration du cuivre, de l'or et de l'argent. — spend l'alliage à analyser dans des vases x remplis d'acide sulfurique étendu, pla-lans une dissolution de sulfate de cuivre longent également des lames de cuivre. ames communiquent avec le pôle négatif énérateur et l'alliage avec le pôle positif. l'influence du courant, l'eau acidulée est mposée; l'hydrogène est absorbé par le te de cuivre, comme dans la pile de Daniell, cuivre pur se dépose sur les cathodes où t être recueilli. L'oxygène et l'acide sul-ue se portent sur l'alliage et dissolvent le e et l'argent, tandis que l'or tombe inat- au fond des vases. Ce premier métal ainsi é, on prend la liqueur qui contient le e et l'argent, on la sature et on précipite nt par des lames de cuivre; ce dernier l reste à l'état de sulfate, qu'on peut dé-oser ou employer sous cette forme. Ce dé, indiqué par M. Atkins, a été récem essayé dans l'industrie.

herche de l'arsenic. — Pour rechercher l'ar- dans les empoisonnements, M. C.-H. Wolff urs à l'électrolyse de l'hydrogène arsénié. fit d'un cent-millième de gramme d'ar-pour obtenir des taches caractéristiques. En employant un courant constant, on peut comparer ces taches avec celles que donnent des liqueurs titrées du même corps, et arriver ainsi à un dosage rapide.

ANALYSEUR. — Voy. Réfraction électrique.

ANÉLECTRIQUE. — Nom qu'on donnait autrefois aux métaux et autres corps incapables de s'électriser par frottement, par opposition aux substances qui s'électrisaient de cette manière et qu'on nommait *idio-électriques*. Cette dénomination a été remplacée par celle de corps conducteurs.

ANÉLECTROTONUS. — Voy. Électrotonus.

ANÉMO-CINÉMOGRAPHE. — Application de l'*électro-cinémographe* (Voy. ce mot) à la mesure de la vitesse du vent.

ANÉMOMÈTRE ÉLECTRIQUE. — Les *anémoscopes*, *anémomètres* et *anémométrographes* font connaître la vitesse et la direction du vent. Dans la plupart de ces appareils, on confie à l'électricité le soin d'enregistrer les indications.

La direction du vent est donnée généralement par une girouette dont les changements de position se transmettent à un commutateur. Dans l'appareil de M. Hervé-Mangon, l'axe de la girouette porte à sa partie inférieure un ressort métallique qui tourne sur un plateau isolant, dans lequel sont encastrés quatre arcs de cercle également en métal; ces arcs, qui ont leur centre sur l'axe de la girouette, sont isolés les uns des autres, et ont chacun leur milieu en face de l'un des quatre points cardinaux; de plus, ils communiquent respectivement avec quatre électro-aimants formant le récepteur. Le ressort métallique porté par la girouette frotte toujours au moins sur l'un de ces quatre arcs; il est au milieu de l'un d'eux si le vent vient exactement d'un des quatre points cardinaux, et il reste sur le même ressort tant que la direction du vent ne varie pas d'au moins 45°. Si le vent est exactement à 45° d'un des points cardinaux, le frotteur s'appuie à la fois sur deux arcs voisins.

Une horloge qui fait partie du récepteur lance dans l'appareil toutes les dix minutes un courant qui, suivant la position du ressort, passe dans l'un des quatre électro-aimants; celui-ci attire une armature fixée à un levier, qui se met à osciller comme dans une sonnerie; un style porté par l'autre extrémité de ce levier trace une marque sur une feuille de papier, qui se déroule d'un mouvement uniforme sous l'action du mécanisme d'horlogerie. Lorsque le vent est à 45° des points cardinaux, le courant traverse à la fois deux électro-aimants,

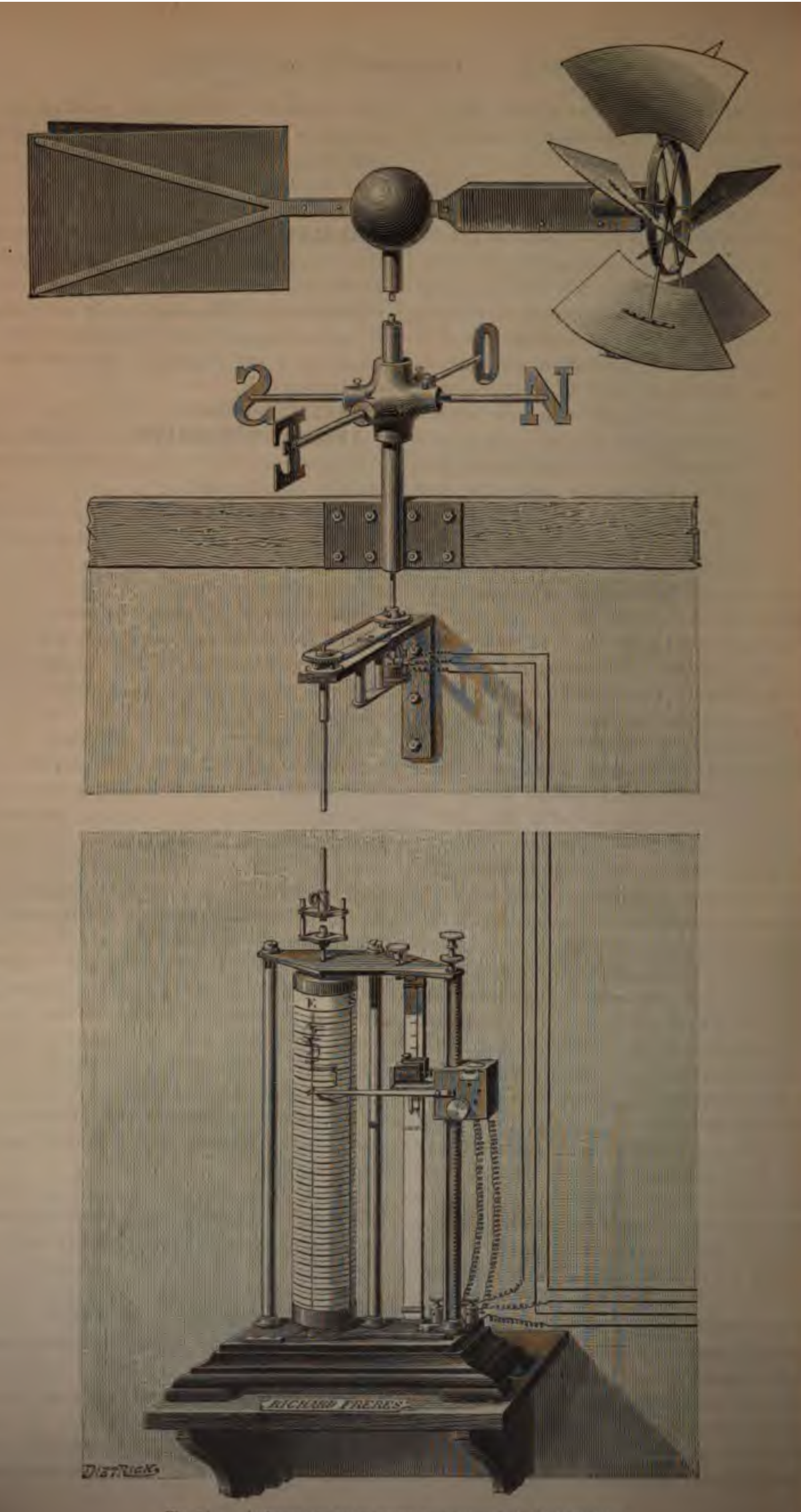
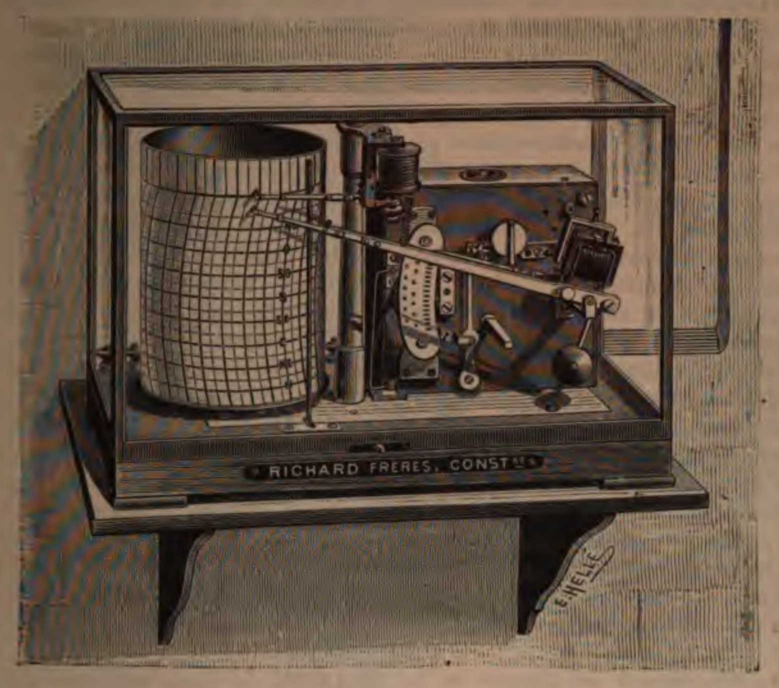


Fig. 56. — Anémomètre-anémoscope enregistreur de Richard frères.

papier reçoit deux marques simultanées. la partie de l'appareil destinée à enregistrer vitesse est toujours un compteur de tours, mandé le plus souvent par un moulinet à ailettes hémisphériques de Robinson. Lorsque le moulinet a fait un certain nombre de tours, cent par exemple, un commutateur lance un courant dans l'appareil enregistreur. Dans



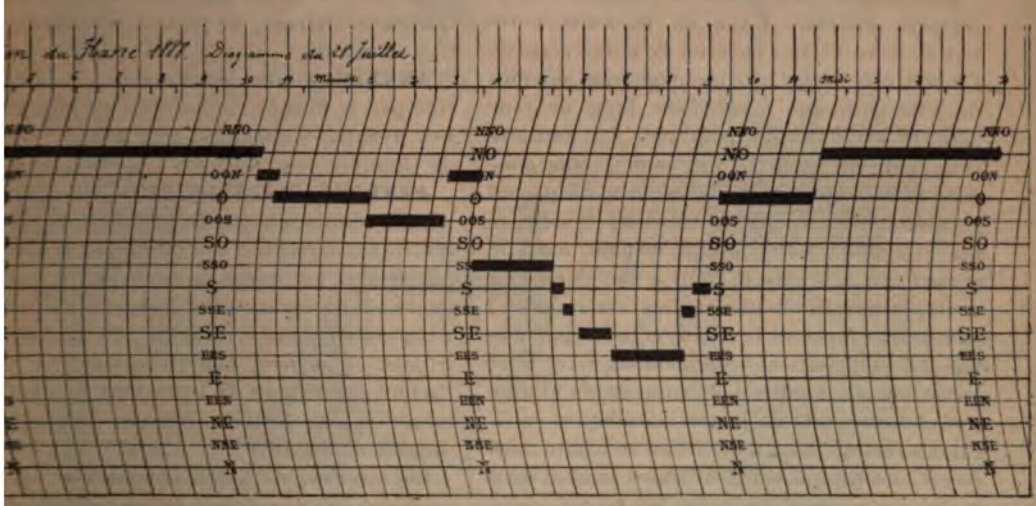


Fig. 57. — Anémoscope enregistreur de Richard et son diagramme.

mométrographe de M. Hervé-Mangon, ce ant traverse un cinquième électro-aimant à côté des autres, et le style correspondant une marque sur la bande de papier mobile.
némomètre-anémoscope enregistreur. — L'anémètre enregistreur de Richard frères (fig. 56) donne à la fois la direction et la vitesse du vent.

La direction du vent est enregistrée mécaniquement. Un axe vertical porte à sa partie supérieure une pièce de fer formant girouette, terminée par un moulinet en aluminium et

équilibrée par deux palettes en angle aigu. Une tige verticale, fixée par son extrémité supérieure à la girouette, commande, par son extrémité inférieure, au moyen d'une transmission, un cylindre vertical couvert d'une feuille de papier, qui tourne autour de son axe et suit la girouette dans toutes ses orientations.

L'inscription se fait par le moyen d'un mouvement d'horlogerie, qui descend par son propre poids le long d'une crémaillère placée parallèlement au cylindre, et porte un style muni d'une plume de forme spéciale. Tant que la girouette reste immobile, la plume trace une verticale ; lorsqu'elle tourne, la courbe est dirigée du côté correspondant.

La vitesse du vent est au contraire enregistrée électriquement. Le moulinet est formé de six ailettes en aluminium, inclinées à 45°, et rivées sur des bras très légers en acier ; son diamètre est calculé pour qu'il fasse exactement un tour pour un mètre de vent. A chaque myriamètre de vent passé, l'appareil ferme un circuit qui comprend une pile et un petit électro-aimant monté sur le mouvement d'horlogerie qui indique la direction du vent. L'armature de cet électro porte une plume qui trace un trait sur une bande de papier parallèle au cylindre.

La fermeture du circuit est obtenue de la manière suivante. L'axe du moulinet porte une vis sans fin qui engrène avec une série de roues dentées, dont les engrenages sont calculés de telle sorte que la dernière fasse un tour pour 10,000 tours du moulinet. La dernière roue porte un limaçon, qui soulève une goupille fixée à un bras de levier rappelé par un ressort. A mesure que le moulinet tourne, le limaçon soulève la goupille, armant ainsi le ressort. Aussitôt que le vent a fait le chemin voulu, la goupille tombe au fond du limaçon ; le ressort rappelant le levier, celui-ci, par une tige qui se déplace horizontalement, vient faire buter l'un sur l'autre deux contacts de platine fixés à l'extrémité de lames métalliques verticales formant ressorts. Le circuit se trouve ainsi fermé ; les fils qui vont à l'électro passent dans la tige creuse de la girouette. En même temps que l'armature de l'électro-aimant trace un trait transversal, elle ferme un second circuit passant par un second électro, placé à côté du premier contact, qui est resté établi. L'armature de cet électro fait sauter la tige horizontale qui maintenait fermé le premier circuit ; le premier circuit rompu, le second se rompt également, et tout rentre au repos, jusqu'à ce que le moulinet ait fait encore 10,000 est évident qu'on pourrait enregistrer c le kilomètre ou le demi-kilomètre de v

Anémoscope enregistreur. — A l'inv précédent, cet appareil enregistre él ment la direction du vent. La girouette nie d'un bras vertical qui descend ext ment à la hampe, et qui, par un contact tine, vient frotter constamment sur u isolant fixé autour de la hampe, et por tant de touches métalliques qu'on veut directions enregistrées. De chacune de ches part un fil qui se rend à une touc blable placée sur un secteur isolant, partie de l'enregistreur proprement dit

Sur ce secteur passe, à intervalles é par le moyen d'un mouvement d'ho produisant des déclenchements autom un contact frotteur relié à un électro dont l'armature commande un style. ce contact passe sur la touche corresp celle du collier sur laquelle s'appuie à ment le contact de la girouette, le cir fermé, et le style marque un point sur l' correspondant à l'orientation moment la girouette. Le diagramme est donc fo une série de points très rapprochés les autres.

ANION. — Corps qui, dans une déc tion électrolytique, se porte à l'électro tive ou anode.

ANNEAU. — On désigne sous ce n tifié par sa forme, l'*induit* de quelques nes dynamo-électriques, notamment de Gramme. Voy. MACHINES DYNAMO-ÉLEC

ANNEAUX ÉLECTRIQUES. — On d nom à certaines apparences produites tion de l'électricité et observées par Pri par Nobili. Les anneaux de Priestley s nent en faisant passer des décharges éle à travers une plaque de métal ; ils sont triques et colorés. Leur formation es l'action calorifique de l'étincelle, car taux les plus fusibles donnent le pl nombre d'anneaux.

Les anneaux de Nobili s'obtiennent trolysant une dissolution saline recouv plaque métallique. Si l'on relie la pl pôle positif et qu'on promène à sa su fil négatif, les anneaux sont dus à l'altér la surface par les acides qui s'y dégage le cas contraire, ils sont dus à un d métal ou d'oxyde. L'acétate de plomb e ses matières organiques donnent a belles colorations.



Fig. 38. — Appareils pour lampes à incandescence.

...dèle A est un pied mobile pouvant servir à l'éclairage d'un appartement (Aboilard). Les types B, C, D sont des lampes de ...al (Compagnie continentale Édison); les deux premières sont mobiles, la dernière se fixe au plafond. E représente une ap...e, F une suspension et G un lustre (Deutsche Edison Gesellschaft, Berlin).

ANNEAU DE GARDE. — Anneau qui entoure le plateau mobile de l'électromètre absolu (Voy. ce mot) de sir William Thomson, et qui sert à maintenir constante la densité électrique sur toute la surface utile du plateau.

ANNONCIATEUR. — Appareil servant à indiquer les appels dans les installations téléphoniques (Voy. INDICATEUR).

ANODE. — Électrode positive dans les décompositions électrolytiques faites en dehors de la pile.

Anode soluble. — Lame qu'on suspend à l'anode et qui est formée du métal contenu dans le bain ; cette lame, attaquée par les produits acides qui se rendent à l'électrode positive, se dissout peu à peu et entretient le bain au degré de concentration voulu. La surface de cette anode doit être égale à celle de la *cathode* placée en face d'elle et sur laquelle s'effectue le dépôt métallique.

ANSE GALVANIQUE. — Appareil employé en chirurgie pour l'ablation des tumeurs, etc., et formé d'un fil de platine fin et recourbé en forme de boucle, qu'on porte à l'incandescence (Voy. GALVANOCAUSTIQUE).

ANTIKLEPT. — Voy. AVERTISSEUR DE VOL.

ANTILOGUE. — Pôle qui, dans un corps *pyroélectrique*, devient négatif par l'élévation de la température, et positif par son abaissement.

APÉRIODIQUE. — Qualité d'un appareil de mesure électrique muni d'une aiguille dont l'amortissement est assez complet pour supprimer absolument les oscillations. L'aiguille se met en marche avec une vitesse qui va d'abord en croissant, passe par un maximum, puis diminue et devient nulle au moment même où elle atteint sa position d'équilibre.

APPAREIL D'INDUCTION. — Voy. BOBINE DE RUHMKORFF, MACHINE MAGNÉTO ET DYNAMO-ÉLECTRIQUE.

APPAREIL MÉDICAL. — Voy. ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

APPAREIL DE MESURE. — Voy. MESURE.

APPAREIL TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE. — Voy. TÉLÉGRAPHE, TÉLÉPHONE et MICROPHONE.

APPAREILLAGE. — Par analogie avec se fait pour le gaz, on donne ce nom aux reils accessoires qui sont nécessaires pour pléter une installation de lumière. Les sont fixées sur des douilles qui permett les remplacer aisément lorsqu'elles sont



Fig. 59. — Bouquet de lampes (Deutsche Edison Gesellschaft, Be

La forme de la douille varie un peu système dont on a fait choix ; mais les d à leur tour sont fixées sur des suppo conviennent à tous les systèmes, et d forme varie suivant l'usage auquel les sont destinées. D'ailleurs les lampes à descence, pouvant se placer sans incon dans toutes les directions, se prêtent m leusement à toutes les combinaisons mettent non seulement de reproduire les formes ordinaires des appareils à ga

d'en créer un grand nombre de nou- La figure 59 montre un certain nombre positions adoptées.

gure 58 montre qu'on peut même, pour stallation provisoire, disposer les lam- les appareils qui servent d'ordinaire à age par le gaz ou par les bougies et ainsi des décorations d'un très bon

gure 59 représente un vase de fleurs ar- es dont les calices sont occupés par des Édison.

RENCES ÉLECTRO-CHIMIQUES. — Nom par Nobili aux anneaux électriques e mot) qu'il a obtenus par l'électrolyse.

L D'INCENDIE. — Voy. AVERTISSEUR.

L PHONIQUE. — Petit appareil d'induc- agnéto-électrique imaginé par M. Sieur ant à appeler un poste téléphonique. Il pose d'un aimant en fer à cheval placé talement (fig. 60), dont les pôles sont



Fig. 60. — Appel phonique Sieur.

bés et munis de pièces de fer doux, dis- à angle droit et entourées par des bobi- fil fin. Entre les pôles voisins de ces pièces peut tourner une roue de cuivre circonférence porte des entailles équi- es, remplies par de petits barreaux de fer En tournant la manivelle, on imprime à oue une rotation rapide : le passage de barreau de fer doux entre les pôles de eil provoque dans les bobines deux cou- nduits de sens contraires. Tous ces cou- lternatifs se succèdent à intervalles très hés et communiquent aux membranes éphones récepteurs des vibrations rapides sant un son assez intense pour être perçu nent.

ommutateur permet d'enlever du circuit mps ordinaire les téléphones du poste transmetteur, afin qu'on puisse attaquer. Lorsque l'appel a été entendu, ce commutateur fait sortir du circuit l'appel phonique et y substitue les téléphones transmetteurs.

ARAIGNÉE DE FRANKLIN. — Appareil servant à montrer, par des décharges successives, que les deux armatures d'une bouteille de Leyde sont chargées d'électricités contraires. Une araignée, formée de deux balles de sureau noircies et portant quelques bouts de fil de lin, oscille entre deux boules reliées à ces deux armatures et est successivement attirée et repoussée par chacune d'elles.

ARC VOLTAIQUE. — Arc lumineux qui se produit entre deux conducteurs reliés aux pôles d'un générateur puissant, lorsque, après les avoir mis en contact, on les écarte à une petite distance. Cette expérience fut réalisée par sir Humphry Davy en 1813 à l'aide de deux tiges de charbon de bois communiquant avec une pile de Volta de 2,000 éléments. Foucault remplaça



Fig. 61. — Arc voltaïque.

vers 1840 le charbon de bois par du charbon de cornue qui est plus dur, plus conducteur et qui s'use moins vite; on préfère aujourd'hui des charbons artificiels qui sont plus purs, plus homogènes et d'une forme plus régulière. Le phénomène est trop éclatant pour qu'on puisse l'examiner directement, à moins de se servir d'un verre noirci. On peut aussi projeter l'image

agrandie des charbons sur un écran au moyen d'une lentille ou d'un miroir concave. On voit alors que l'arc est bien moins lumineux que les pointes des charbons (fig. 61); le charbon positif est plus brillant que le négatif et sur une plus grande longueur; sa température doit donc être plus élevée. D'après M. Rossetti, la température de l'arc serait d'environ 4 800°, celle du charbon positif 4 000° et celle du charbon négatif 3 000°.

Dans le vide, le charbon positif se creuse en forme de cratère, tandis que le charbon négatif prend la forme d'une pointe; cette différence est due à ce qu'il y a des particules de charbon transportées dans les deux sens, mais surtout dans le sens du courant, c'est-à-dire du charbon positif au négatif. Si l'on opère dans l'air, les deux charbons brûlent, mais le charbon positif se consume environ deux fois plus vite que l'autre. Il est évident que si l'on prend comme générateur, au lieu d'une pile ou d'une machine dynamo-électrique à courants continus, une machine à courants alternatifs, les charbons s'useront également.

La température de l'arc est assez élevée pour fondre la plupart des matières réfractaires, même le platine; on ne peut donc obtenir un arc durable qu'avec des électrodes de charbon. Pour l'éclairage, il est préférable de relier le charbon supérieur au pôle positif. Si l'on veut au contraire fondre ou volatiliser un corps, on le place dans le charbon positif, qu'on met en bas et auquel on donne la forme d'une coupelle. On peut ainsi observer facilement les spectres des métaux.

On attribue la formation de l'arc à des particules très fines, peut-être des vapeurs, qui sont entraînées par le courant et établissent une communication entre les deux électrodes. Au spectroscope, l'arc donne, comme tous les gaz incandescents, un spectre cannelé présentant les raies du charbon et celles des métaux qui peuvent se trouver dans les charbons. C'est à cause de sa nature gazeuse que l'arc est beaucoup moins brillant que les charbons, quoique sa température soit plus élevée. Les charbons donnent un spectre continu qui s'étend très loin du côté du violet. La lumière émise est donc riche en rayons très réfrangibles et paraît bleuâtre. Si l'on interrompt le courant pendant un instant, l'arc ne se rallume que si l'interruption a été extrêmement courte, par exemple inférieure à 0,05 seconde. Si elle dure plus longtemps, les charbons se refroidissent assez pour faire disparaître les conditions qui correspondent à la production de l'arc. Dan[s] d'une interruption très courte, l'arc se [...] même si le courant change de sens, ce [...] met l'emploi des machines à courants [...] tifs. Lorsqu'on emploie ces machines, la [...] est aussi fixe qu'avec les courants c[...] mais elle produit un bourdonnement [...] hauteur dépend du nombre des interr[...] en général 160 environ par seconde. L'é[...] charbons passe alors par des maxima et [...] nima, et chacun d'eux devient à son t[...] brillant quand il est positif.

L'arc voltaïque, étant formé par une [...] mobile du courant électrique, obéit à [...] d'un aimant ou d'un autre courant.

Force électro-motrice de l'arc. — Edl[...] après lui plusieurs autres savants, ont c[...] que la différence de potentiel entre le[...] charbons n'est pas proportionnelle à l'i[...] du courant et à la résistance de l'arc, [...] cela a lieu dans un fil métallique trave[...] un courant. Cette différence se comp[...] contraire de deux termes, dont l'un va[...] portionnellement à ces quantités, tan[...] l'autre reste constant. On a donc pour c[...] férence de potentiel

$$E = E' + IR$$

I étant l'intensité du courant et R la rés[...] de l'arc. L'arc crée donc une *force contre-motrice* E' en sens inverse de celle de [...] Cette force est d'environ 30 volts, et l[...] rence de potentiel E varie de 30 à 70 v[...] fait explique l'impossibilité d'obtenir l'a[...] taïque avec une pile de force électro-[...] trop faible, quelle que soit d'ailleurs l'in[...]

Travail de l'arc. — Comme d'un autre [...] faut au moins une intensité de 5 ampèr[...] entretenir un arc voltaïque, on voit que [...] vail minimum nécessaire est de 30 × [...] watts. Pour avoir une intensité lumineu[...] viron 100 carcels, il faut une intensité de [...] pères et une différence de potentiel de 5[...] ce qui fait un travail de 15 × 50 = 750 [...] c'est-à-dire environ un cheval. La résist[...] l'arc diminue à mesure que l'intensité [...] rant augmente; d'après M. Preece, ell[...] de 2,77 ohms pour une intensité de 10 a[...] de 1,07 ohm pour une intensité de 21,[...] res et de 0,54 ohm pour une intensité [...] ampères. L'intensité lumineuse augment[...] coup plus vite que l'énergie dépensée; le[...] intenses sont donc relativement les plus [...] miques.

ARGENTURE GALVANIQUE. — O[...]

siste à recouvrir les objets d'une couche
t par les procédés de la galvanoplastie.
le plus employé est formé de

au distillée	1	litre
yanure de potassium	50	grammes
— d'argent	25	—

indispensable de n'employer que des
s de premier choix.

ration se fait dans un appareil sem-
ceux qui servent pour la galvanoplastie.
re 62 montre l'une des dispositions les
ployées : les couverts sont suspendus à
ode négative.

eut se servir aussi de l'appareil simple.
alors dans le vase poreux une dissolu-
10 p. 100 de cyanure de potassium ou
narin, avec le cylindre de zinc. Des lames



Fig. 62. — Argenture des couverts.

re, fixées au zinc, supportent les pièces
s dans le bain d'argent.

t d'être plongées dans le bain, les pièces
subir les opérations préliminaires que
diquons plus loin (Voy. ÉLECTRO-CHIMIE).

entare s'applique aux couverts, pièces
rerie, statuettes, vases, objets d'art, etc.
nce argyrométrique (Voy. ce mot) per-
régler exactement le poids d'argent
.

argent. — On peut déposer sur la couche
t une *patine* qui lui donne un aspect
tistique par divers moyens que nous in-
ons sommairement, car ils n'ont rien de
n avec l'électrochimie.

eut enduire les objets d'une bouillie
de plombagine, d'essence de térében-
t d'un peu d'ocre rouge. On fait sécher
osse doucement, de façon à laisser seu-
l'enduit dans les fonds.

ut aussi recouvrir l'objet d'une solution
rure de platine, qui donne une couche
rure d'argent, noircissant à l'air, d'une
de sulfure d'ammonium ou de penta-
sulfure de potassium, qui donnent une couche de sulfure d'argent, ou enfin l'enduire de soufre, ce qui produit le même effet. Quelquefois on produit une oxydation superficielle par l'emploi du nitrate d'argent.

ARMATURE. — Pièce de fer doux qu'on met en contact avec les pôles des aimants pour diminuer les effets de l'action démagnétisante. La figure 63 montre diverses formes d'aimants

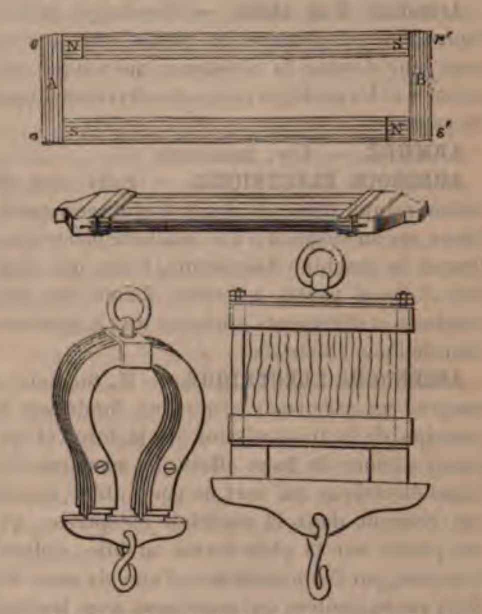


Fig. 63. — Aimants divers avec leurs armatures.

avec leurs armatures. Les aimants rectilignes sont réunis par deux et placés parallèlement en sens inverse ; on réunit les extrémités par des pièces de fer doux A et B en forme de parallélipipèdes, qui s'aimantent par influence, présentant des pôles nord en *nn'* et des pôles sud en *ss'*. Ces pièces réagissent sur les barreaux et les empêchent de se désaimanter. Dans le cas des aimants en fer à cheval, on réunit les deux pôles par une seule pièce de fer doux qui s'aimante encore par influence et joue le même rôle. Enfin une disposition semblable s'applique aux aimants naturels.

L'expérience montre qu'on peut accroître la force d'un aimant en augmentant peu à peu la charge qu'il porte ; pour cela on suspend à l'armature un petit vase de cuivre dans lequel on ajoute peu à peu de la grenaille de plomb. C'est ce qu'on appelle *nourrir un aimant*. Si l'armature vient à se détacher sous une charge trop grande, on perd tout l'avantage acquis et la force de l'aimant retombe au-dessous de sa va-

leur primitive. On peut lui rendre cette valeur en recommençant à le nourrir.

Armature d'un électro-aimant. — Voy. ÉLECTRO-AIMANT.

Armature d'un condensateur. — Dans un condensateur, et en particulier dans la bouteille de Leyde, on donne ce nom à chacune des deux parties métalliques qui sont séparées par la lame isolante.

Armature d'un câble. — Enveloppe métallique dont on entoure les câbles sous-marins pour leur donner la résistance mécanique nécessaire et les protéger contre les diverses causes de rupture.

ARMURE. — Voy. ARMATURE.

ARROSOIR ÉLECTRIQUE. — Petit vase de laiton rempli d'eau et muni d'ajutages capillaires, qu'on suspend à une machine électrique Quand la machine fonctionne, l'eau, qui tombait d'abord goutte à goutte, forme des jets continus et divergents, qui sont dus à la répulsion de l'eau électrisée.

ASCENSEUR ÉLECTRIQUE. — M. Siemens a imaginé un ascenseur électrique fondé sur le principe de la transmission de la force et qui paraît donner de bons effets. La machine dynamo-électrique qui sert de générateur envoie son courant dans la machine réceptrice, qui est placée sur la plate-forme mobile. Celle-ci actionne, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, deux roues dentées qui engrènent avec les barreaux très rapprochés d'une sorte d'échelle en acier fixée verticalement. Un commutateur à manette, disposé sur la plate-forme, permet d'arrêter l'appareil, et de le faire monter ou descendre. Tout le système est équilibré par un contre-poids, dont les cordes métalliques servent en même temps de conducteurs.

ASSOCIATION DES PILES. — Voy. COUPLAGE.

ASTATICITÉ. — Propriété des systèmes astatiques.

ASTATIQUE. — Qui est soustrait à l'action du magnétisme terrestre.

Aiguilles astatiques. — Dans certains cas, et en particulier dans la construction des galvanomètres, on a avantage à construire un système d'aiguilles aimantées qui soit soustrait à l'action de la terre, tout en restant capable d'obéir à l'action d'un courant placé près de lui. On se sert le plus souvent de deux aiguilles aimantées de mêmes dimensions, qu'on fixe parallèlement l'une au-dessus de l'autre, mais les pôles de même nom tournés en sens contraire. Si les moments magnétiques des deux aiguilles sont rigoureusement égaux, les actions de la terre sont égales et contraires, et le système [en] équilibre indifférent dans toutes les posi[tions].

Remarquons qu'il est impossible de ré[aliser] l'égalité parfaite que nous avons admi[se] qu'il n'y aurait d'ailleurs aucun intérêt [à le] faire, car un système parfaitement ast[atique] serait dévié de 90° par un courant d'int[ensité] quelconque, puisqu'aucune force ne s'op[pose]rait à l'action électro-magnétique, et ne r[evien]drait jamais au zéro, l'action de la terre [étant] complètement supprimée.

Les systèmes employés dans les gal[vano]mètres sont seulement presque astatiqu[es, ce] qui vaut beaucoup mieux ; l'action de la [terre] étant très faible, s'oppose peu à l'action [élec]tro-magnétique, et elle suffit à ramener e[n] le système à sa position d'équilibre, q[ui] reste n'est pas nécessairement le méridie[n ma]gnétique.

La figure 64 montre deux systèmes d'aig[uilles]

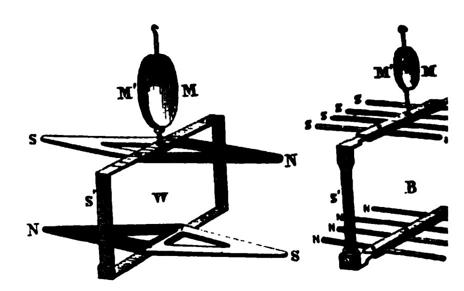


Fig. 64. — Aiguilles astatiques.

astatiques pour le galvanomètre de Web[er...] second est formé de huit aiguilles paral[lèles] les quatre aiguilles supérieures ont leurs [pôles] nord du même côté, celles du bas du côté op[posé].

Courants astatiques. — Courants m[...] sous-traits à l'action de la terre, avec le[squels] on vérifie facilement les lois d'Ampère rel[atives]

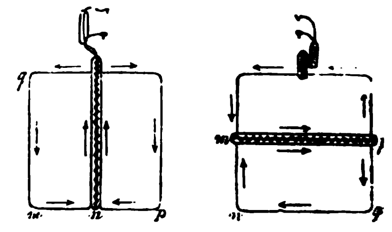


Fig. 65. — Courants astatiques.

à l'électrodynamique. Ils sont formés d[e] portions de surfaces égales entourées p[ar des] courants circulant en sens contraire. Les [actions] de la terre sur les deux moitiés de l'a[ppareil] se neutralisent. La figure 65 montre de[ux mo]dèles de cadres astatiques rectangul[aires]

IOSPHÈRE ÉLECTRIQUE. — Syn. de ÉLECTRIQUE.

'AQUE. — Action d'attaquer, c'est-à-dire ler un poste téléphonique ou télégra-.

'ENTE. — Signal usité dans les télégraphes indiquer qu'on n'est pas prêt à recevoir ansmission.

'RACTION ÉLECTRIQUE ou **MAGNÉ-** — Voy. ACTIONS.

'RACTIONMÈTRE. — Sorte de balance ne servant à mesurer la force attractive électro-aimant. Le fléau a deux branches es : la plus petite, en fer doux, se trouve ssus de l'électro-aimant étudié, auquel ent lieu d'armature; la plus grande, qui duée, porte le poids mobile qu'on éloigne à ce qu'il fasse équilibre à l'action de nt et maintienne le fléau horizontal.

IOMÈTRE. — Appareil permettant d'ap-

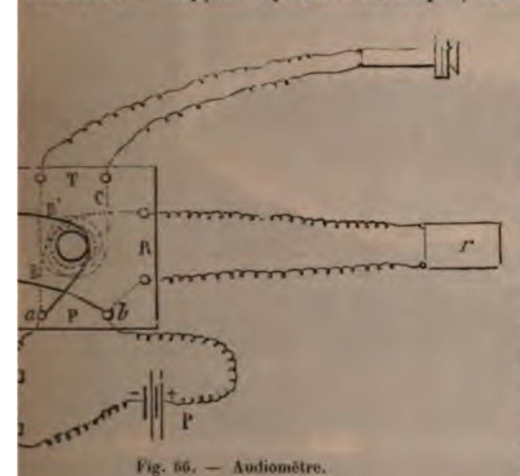


Fig. 66. — Audiomètre.

l'acuité auditive. Celui du Dr Boudet de ig. 66) est formé d'une bobine d'induction u de fer doux qui porte trois fils : un fil communiquant avec un téléphone, et ils inducteurs partant des bornes *a* et *b* roulant en sens contraire; l'un de ces est formé par le fil R et l'autre contient lte de résistances *r*. Le courant de la pile rse un microphone M, qu'on fait vibrer contact d'une montre pour produire des ptions rapides, et se divise ensuite entre x circuits inducteurs. Si ceux-ci ont ent la même résistance, les courants qui les parcourent ont des intensités t leurs actions sur le circuit induit se sent parfaitement; on n'entendra donc on dans le téléphone. Mais si l'on fait varier un peu la résistance d'un des circuits inducteurs au moyen de la boîte *r*, le circuit induit sera parcouru à chaque interruption par des courants qui feront parler le téléphone. Il est évident que la plus petite modification de résistance qui permettra à un sujet d'entendre un son pourra servir à mesurer l'acuité auditive de cette personne.

AURORE BORÉALE ou **AURORE POLAIRE.** — On donne ce nom à des lueurs, assez rares dans nos pays, mais très fréquentes dans les régions polaires, et dont on attribue la production à des phénomènes électriques.

« Le phénomène des aurores boréales, disait Pouillet en 1856, paraît être le plus magnifique, le plus imposant, le plus resplendissant de ceux qui puissent s'offrir à nos regards, et en même temps le plus compliqué, le plus inextricable, le plus insaisissable de ceux qui s'offrent à nos recherches. »

Parmi les nombreuses descriptions d'aurores polaires contenues dans les récits des voyageurs, nous choisirons une observation faite par S. Lemström en 1869.

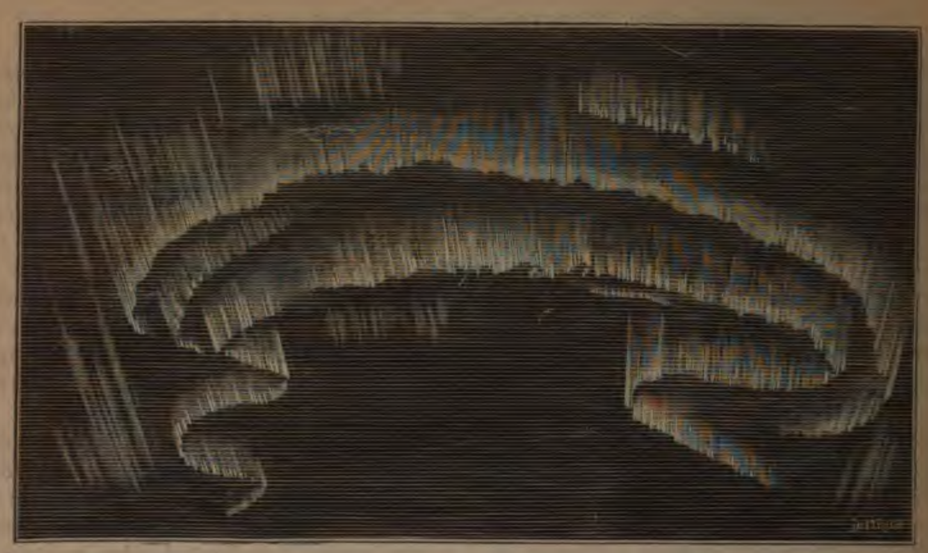
« Le 18 octobre 1868, le bateau à vapeur suédois *Sophia*, revenant du Spitzberg, se rapprochait des côtes de la Norvège par un vent qui devint contraire au dernier moment.

« A l'ouest de l'horizon, nous remarquâmes alors deux couches de nuages, que séparait nettement une bande striée d'un jaune pâle. C'était le faible commencement d'une aurore boréale dont la splendeur devait bientôt surpasser tous les phénomènes du même genre que nous avions observés jusqu'alors pendant le voyage.

« Les bords de la couche supérieure des


Fig. 67. — Aurore polaire.

nuages s'éclairèrent peu à peu, et bientôt nous en vîmes sortir des flammes isolées qui parfois



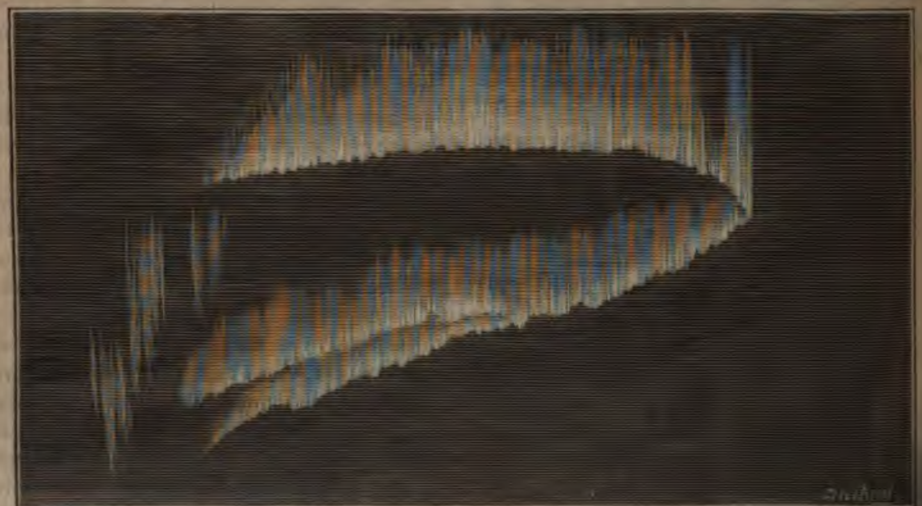




Fig. 68. — Exemples d'aurores boréales.

nt jusqu'au zénith. Subitement le phé- embrassa tout l'horizon. Partout des , partout des jets d'étincelante lumière, ans le bas, verts au milieu et rouge l'extrémité supérieure. En un instant, rayons se réunirent en une couronne et éblouissante qui se dessina sur le nd du zénith.

nd le phénomène fut arrivé à son m d'intensité, il nous fit l'effet de la mense d'un temple au milieu de la- rillait un lustre splendide.

parition ne dura que quelques minutes, s'effaçant, elle laissa encore après elle lumineuse entre les couches de nua- la couche supérieure continuèrent à r, à de courts intervalles, des rayons ui montaient jusqu'au zénith et y for- s fragments d'une couronne. Les bords hes de nuages restèrent lumineux alors ue les rayons eurent disparu. »

re 67 donne une idée du beau phéno- e nous venons de décrire. Les aurores ne sont pas toujours aussi complètes ; t elles offrent toujours à l'observateur acle magnifique. La figure 68 montre trois aurores observées à Koutokeino, en 1882, par le Dr Tromholt.

Les aurores polaires sont généralement accompagnées d'une déviation de l'aiguille aimantée et de véritables orages magnétiques produisant dans les lignes télégraphiques des courants d'induction très intenses.

On ne sait presque rien sur l'origine de ces phénomènes. Ils sont dus certainement à des décharges dans l'air raréfié, semblables à celles que l'on obtient dans les tubes de Geissler. Ces décharges semblent se produire des régions élevées vers la surface, mais à des hauteurs très variables : il y en a qui s'élèvent à plus de 450 kilomètres, et d'autres qui ne dépassent pas une hauteur de 2 kilomètres. La lumière est due aux gaz rendus incandescents par la décharge ; cependant le spectre de l'aurore diffère de celui des tubes pleins d'air raréfié par la présence d'une raie particulière entre le jaune et le vert ($\lambda = 5570$).

En étudiant les effets produits par la décharge de l'électricité à haute tension (400 couples secondaires) à la surface des liquides, G. Planté a pu obtenir des phénomènes analogues à ceux des aurores boréales, comme les



Fig. 69. — Décharge d'une batterie secondaire à la surface de l'eau.

es et les arcs lumineux à franges de brillants, réguliers ou sinueux, et ani- n rapide mouvement ondulatoire. La 9 montre quelques-unes de ces appa- Planté croit pouvoir attribuer les aurores à « la diffusion dans les couches su- s de l'atmosphère, autour des pôles ques, d'électricité positive émanant des polaires elles-mêmes. »

RAL. — Nom donné au pôle d'un ai- ui se dirige vers le *nord*, parce que, dans l'hypothèse de l'aimant terrestre, on supposait ce pôle de même nature que le pôle de l'aimant terrestre placé au *sud*.

AUTO-EXCITATRICE (Machine). — Machine dynamo-électrique dont les électro-aimants sont animés par le courant induit de la machine elle-même, ce courant étant redressé, si la machine est à courants aternatifs.

AUTO-INDUCTION. — Voy. Self-induction.

AUTO-RÉGULATION. — Voy. Machines d'induction.

AUXANOSCOPE. — Appareil à projection éclairé par des lampes à incandescence, imaginé par M. Trouvé. Une première lampe, munie d'un réflecteur parabolique et placée à l'extrémité de l'appareil, sert à éclairer les corps transparents. Pour les objets opaques, deux autres réflecteurs paraboliques sont placés au fond de deux tubes, qui se rencontrent à peu près à angle droit et portent deux lampes à incandescence à leurs foyers. Les réflecteurs renvoient en faisceaux parallèles la lumière des lampes sur l'objet opaque, qui se place au point de rencontre des deux tubes : un objectif disposé en avant de cet objet sert à le projeter.

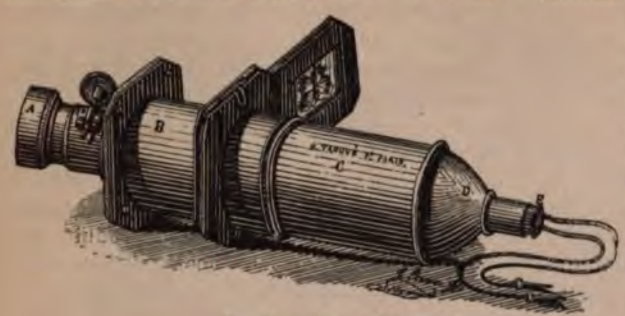


Fig. 70. — Auxanoscope.

La figure 70 représente un nouveau modèle d'auxanoscope extrêmement portatif, adopté récemment par la Ligue de l'enseignement ; une batterie légère permet de l'alimenter pendant 2 ou 3 heures. Cet appareil donne un champ de quatre mètres carrés, et son éclairage est presque égal à celui de la lumière oxydrique.

AVERTISSEUR. — Sorte d'appareil télégraphique simplifié servant à transmettre à distance certains signaux généralement conventionnels et peu nombreux, mais d'un usage fréquent. Nous indiquerons d'abord quelques avertisseurs destinés à l'exploitation des chemins de fer. On trouvera aux mots BLOCK-SYSTEM, CONTROLEUR, etc., d'autres appareils destinés également à éviter les accidents sur les voies ferrées.

Avertisseur électrique des voyageurs. — Pour éviter les inconvénients résultant des appels inintelligibles qui se font à chaque station, M. Rogers dispose dans chaque wagon un cadran portant le nom des stations. Une aiguille s'arrête chaque fois sur la station correspondante; elle est mue par un mécanisme analogue à celui du télégraphe à cadran. Le courant est lancé dans l'électro-aimant par un taquet placé sur la voie et qui frappe un bras au moment où le train entre en gare.

Avertisseur de passages à niveau. pareil imaginé par MM. Leblanc et Lois prévenir qu'un train va franchir le p niveau. A une certaine dis avant, 2 ou 3 kilomètres par est disposée latéralement un qui est repoussée par la premi de la locomotive, et fait mo mécanisme de déclenchement à son tour sur un commutateu ci lance le courant dans un placé au passage à niveau, o duit un double effet : d'une p tinter une sonnerie, et d'autr passe dans un électro-aima l'armature relève un volet q quait l'écriteau : *Défense de passer*. Cet en caractères noirs sur fond blanc es le soir. L'écriteau est visible et la so fait entendre jusqu'à ce que le train ai la barrière. La locomotive agit alors autre pédale qui rompt le circuit.

M. de Baillehache a proposé une dis analogue, pour éviter les accidents a sages à niveau : elle consiste à disposer rières de sorte que leur fermeture ouverture ait pour conséquence i l'apparition ou la disparition des dis protection. Pour éviter en outre les ret à la négligence des gardes, on placerai 4 kilomètres en avant des barrières, un au moyen duquel le passage même ferait apparaître à la barrière un voya la chute fermerait un circuit local c une forte sonnerie; le tintement de la s'arrêterait seulement quand le gard relevé le disque en venant fermer la b

Cet avertisseur est représenté (fig. plan horizontal, ainsi qu'en coupe lo nale et transversale. Il se compose d'u rail B, formé d'une plaque de tôle d' 4,5 mm., soigneusement isolée par des de caoutchouc I, que supportent des nes G et H; la longrine G est assujettie tirefonds sur les traverses F F de la rail voisin A, monté sur type à couss relié au sol par la plaque E, et le cont est en communication avec un fil de li le câble CC.

Chaque fois qu'un train passe sur le les roues réunissent le rail A et le rail B, et, le circuit de l'avertisseur se fermé, la manœuvre de cet appareil s plit automatiquement. Le contact est excellent, car le train met toujours à n

du rail, même lorsqu'il est sali, oxydé ou couvert de neige.

La même disposition peut s'appliquer à un grand nombre de manœuvres relatives à l'exploitation des chemins de fer : actionnement de chronographes ou autres appareils enregistreurs de la vitesse des trains; verrouillement des aiguilles prises en pointe; allumage momentané

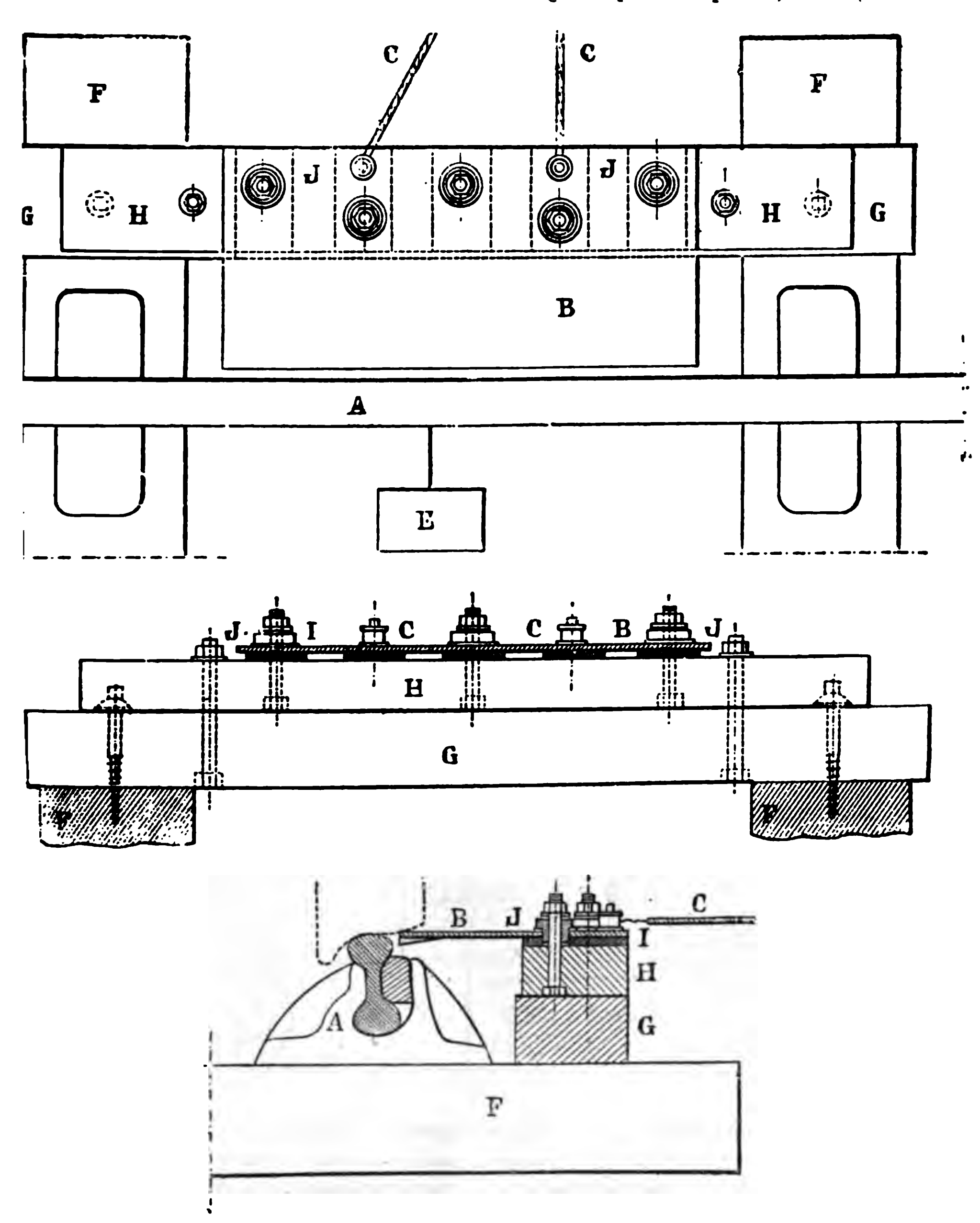


Fig. 71. — Avertisseur des passages à niveau (système E. de Baillehache).

de lampes dans les tunnels ou autres points; répétition du mouvement des trains sur un appareil à cadran, établissement de postes de secours pour les trains en détresse, etc.

Les avertisseurs de Baillehache ont été employés avec succès pendant l'Exposition de 1889, sur le chemin de fer Decauville, où ils ont permis de transporter sans accident 6,500,000 voya-

geurs en 42,000 trains; ils ont fourni dans ces conditions plus d'un million de contacts avec une parfaite régularité.

Avertisseur de gare. — La plupart des compagnies françaises de chemins de fer prescrivent aux chefs de gare de mettre à l'arrêt le disque à distance, dès qu'il a été dépassé par un train se dirigeant vers la station. Comme le disque n'est pas toujours visible de la gare, la Compagnie du Nord a mis en expérience u pareil construit sur les indications de M tiaux et destiné à prévenir la gare autc quement, lorsqu'un train franchit le disqu appareil figurait à l'Exposition de 1889.

Devant le disque est installé un *cr* (Voy. ce mot), qui diffère du modèle ord en ce qu'il est fendu transversalement e stitue deux contacts distincts. L'une des m

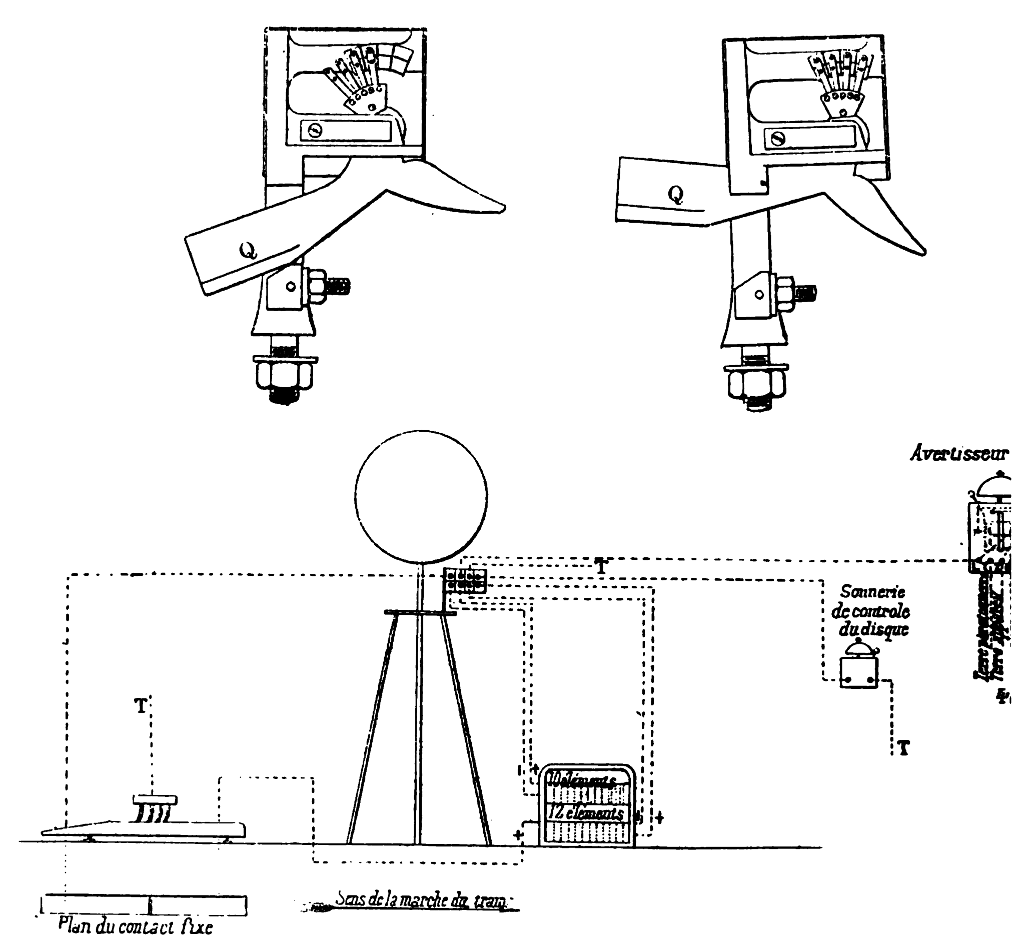


Fig. 72. — Avertisseur de gare et commutateur de disque. (Chemin de fer du Nord.)

sert à actionner le frein à vide lorsque le disque est à l'arrêt, et l'autre à avertir la gare, chaque fois qu'une machine munie d'une brosse métallique T passe devant le disque (fig. 72). Une grosse sonnerie à voyant, placée dans la gare, tinte jusqu'à ce qu'on replace le voyant à la main.

Le commutateur de disque (Voy. Disque) est modifié pour permettre à l'avertisseur de fonctionner, que la voie soit ouverte ou fermée : la queue Q, soulevée par un doigt monté mât du signal, déplace les quatre ress contact et leur fait établir les communic nécessaires entre les huit surfaces méta isolées qui forment le commutateur.

Quand la voie est ouverte, le commu occupe la première position; deux des r réunissent, d'une part le pôle positif pile de la sonnerie de contrôle du disq le fil qui va à l'avertisseur et de là à la

e part le pôle négatif de cette pile avec
codile. Le train qui passe complète le
t et fait fonctionner l'avertisseur, sans
déclencher le frein, car le courant qui tra-
l'appareil de déclenchement est négatif.
sque la voie est fermée, les ressorts font
uniquer : 1° le pôle positif d'une pile
lémentaire avec le fil de la sonnerie de la
gare et la terre; 2° le pôle négatif de cette pile avec la terre; 3° le pôle positif de la pile de disque avec le fil de l'avertisseur et la terre; 4° le pôle négatif de cette pile avec le contact fixe.

Quand un train passe, la machine complète successivement les deux circuits : l'avertisseur de gare fonctionne, ainsi que le frein à vide, et la sonnerie de contrôle du disque tinte comme d'ordinaire.

Avertisseur à lanterne mobile. — Appareil destiné à indiquer au personnel d'une gare importante qu'une voie est occupée, et qu'on ne peut envoyer de train dans cette direction, sans que ce signal puisse être confondu avec les disques ordinaires, qui s'adressent aux mécaniciens.

La Compagnie du Nord emploie pour cet usage un appareil de communication électrique, construit sur les indications de M. E. Sartiaux, et qui se compose d'une lanterne tournante, montée sur l'axe d'un mouvement d'horlogerie et pouvant occuper deux positions dans lesquelles elle présente, sur les deux côtés

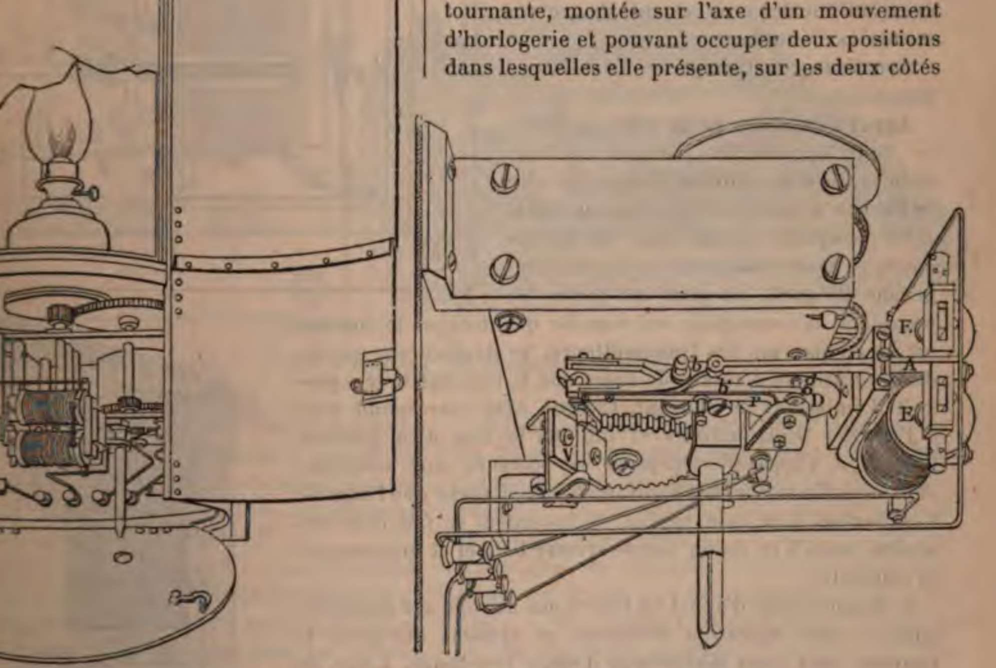


Fig. 73. — Avertisseur à lanterne mobile. (Chemin de fer du Nord.)

tralement opposés de l'enveloppe en tôle,
ace qui a reçu une inscription en gros
tères ou une face sans inscription (fig. 73).
ractères, en lettres rouges sur fond blanc
, sont éclairés la nuit par une lampe à
e placée dans la lanterne; ils sont égale-
visibles en plein jour.
pareil est actionné par deux commuta-
teurs à manivelle en fonte, placés à la portée de l'agent chargé de la manœuvre, auquel ils permettent d'envoyer, l'un des courants positifs pour mettre l'appareil à voie occupée, l'autre des courants négatifs, pour le ramener à voie libre.

Un courant, positif par exemple, étant lancé dans l'électro-aimant, l'armature A, repoussée par l'un des pôles et attirée par l'autre, oscille

et écarte les branches de ciseaux *bb*, dont les extrémités sont munies de goupilles *g* qui pénètrent dans des trous du disque D pour arrêter le mécanisme.

Celui-ci se trouvant déclenché, les ciseaux se referment sous l'action d'un ressort *r*, l'appareil fait un quart de tour : les goupilles *g* rencontrent d'autres trous et arrêtent la rotation.

Le mécanisme est mû par un puissant ressort à barillet, ou par un poids moteur que l'on remonte de l'extérieur. Quand la corde est presque complètement déroulée, un ressort, soulevé par une saillie placée sur le barillet, ferme le circuit d'une pile locale et fait tinter une sonnerie, pour avertir l'agent chargé de remonter l'appareil.

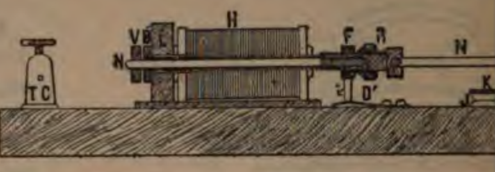
Tout récemment, l'appareil a été doublé de dimensions et le mouvement d'horlogerie remplacé par un contrepoids monté sur un tambour, à la façon des treuils ou des mouvements de grosses sonneries d'annonces.

Avertisseur à trompe. — Voy. CLOCHE ÉLECTRIQUE.

Appel d'incendie de la ville de Paris. — Pour appeler les pompiers et leur faire savoir d'où provient l'appel, la ville de Paris a adopté la disposition suivante.

Un récepteur formé d'un électro-aimant, et assez analogue à celui du télégraphe Bréguet, est placé au poste des pompiers; il commande une aiguille qui, lorsque le courant est lancé par un des transmetteurs, se déplace sur un cadran, et avance d'autant de cases que le transmetteur a produit d'émissions de courant. Chaque case correspond ainsi à l'un des transmetteurs et indique le lieu d'où provient l'appel. A l'appareil récepteur est associée une sonnerie, dans laquelle le courant continue à passer après que l'aiguille s'est arrêtée à la case voulue; le tintement se fait donc entendre jusqu'à ce qu'on vienne arrêter l'appel et interrompre le courant.

A chaque poste d'appel se trouve un bouton sur lequel on appuie; cette opération déclenche un système qui lance le courant dans deux dérivations d'égale résistance. L'une de ces dérivations est locale et contient une sonnerie, placée au poste d'appel, et qui tinte jusqu'à ce qu'on ait interrompu le courant au poste de secours. La personne qui appelle est ainsi avertie, d'abord que la ligne est en bon état et que l'appareil fonctionne, et ensuite que l'appel a été entendu au poste de secours. La seconde dérivation comprend la ligne qui se rend au poste de secours et sur laquelle est intercalé le transmetteur, formé d'un treuil mû par un poids et portant une roue qui présente à chaque poste un nombre de dents différent. Quand on appuie sur le bouton, on dégage un doigt fixé au treuil, qui se met à tourner; chaque dent [...] son tour appuyer sur un ressort et fer[...] circuit. Il se produit donc autant d'émissi[...] courant qu'il y a de dents et l'aiguille [...] d'un nombre de cases égal, indiquant a[...] lieu d'où vient l'appel. L'appareil s'arrête[...] dernière dent, de sorte que le courant con[...] passer dans les deux sonneries, l'aiguille [...] immobile. Lorsqu'on interrompt le cou[...]



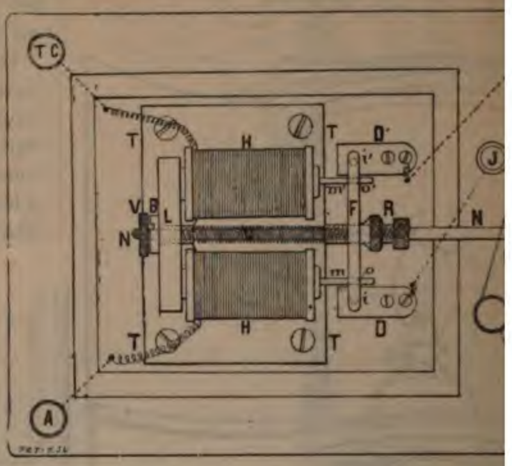




Fig. 74. — Plan, perspective et coup[e de l'ap]pareil avertisseur.

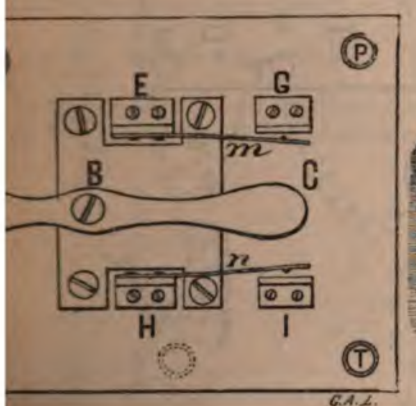
te de secours, les deux sonneries s'arrêtent, ous les appareils reviennent à la position de os.

vertisseur universel. — L'avertisseur unisel de M. L. Digeon peut rendre de nombreux vices : il permet notamment d'appeler instanément et simultanément plusieurs postes secours, et d'entrer en correspondance avec par voie téléphonique. Cet appareil peut ic être employé par les personnes les plus xpérimentées; il est peu coûteux, et tout angement se constate instantanément.

ous décrirons seulement les parties princips de ce système; les appareils essentiels t un avertisseur et un commutateur automaue.

vertisseur. — L'avertisseur (fig. 74) se come d'un électro-aimant H traversé en temps ordinaire par le courant d'une pile; il est suspendu verticalement de façon que les pôles de l'électro soient à la partie inférieure. L'armature F est alors maintenue au contact des pôles; elle est fixée au milieu d'une tige N terminée en E par un bouton d'ébonite; un ressort G tend à l'écarter de l'électro et deux tiges de cuivre *mm'*, traversant les orifices *o* et *o'*, la guident dans son mouvement.

Si, en agissant au poste d'appel sur le commutateur, on rompt le circuit, l'armature retombe sous l'action de la pesanteur et du ressort G, et deux tiges *ii'*, qu'elle porte à sa partie inférieure, venant rencontrer deux lames flexibles DD', ferment un circuit local passant par la borne S, les pièces D', *i'*, *i*, D, le plot J, la manette K et la borne P et contenant une pile et une sonnerie dont le tintement se fait entendre.



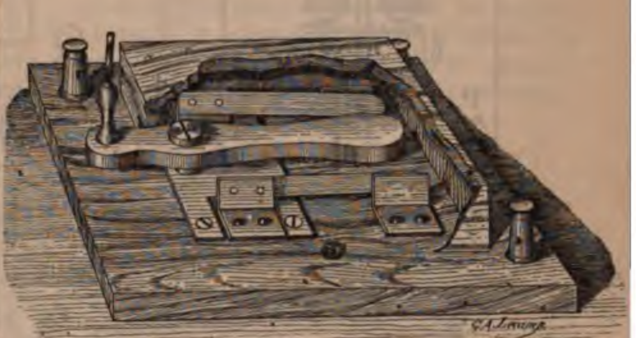


Fig. 75. — Plan et perspective du commutateur automatique.

signal entendu, on peut arrêter la sonnerie ouvrant la manette K, comme le représente figure. Quand on a fini de correspondre, on usse le bouton E pour remettre l'armature au ntact et refermer la manette K.

Commutateur automatique. — Le commutaur (fig. 75) doit être suspendu verticalement, bornes P et S en haut. Il se compose d'un vier AC, à branches inégales, pouvant tourner tour de l'axe B; l'extrémité A porte un croet auquel on peut suspendre un téléphone. atre bornes métalliques E, G, H, I, sont dissées autour du levier; E et H sont munies de nes flexibles *m* et *n* qui les mettent en communication avec G ou I, suivant le sens dans leel s'incline le levier. Les communications ablissent de diverses manières, suivant la ure du poste où doit être placé le commueur.

Installation du système avertisseur universel. — La figure 76 montre l'installation d'un poste principal ou poste de secours, qui doit comprendre : un avertisseur, avec un circuit local contenant une sonnerie, un commutateur automatique, un appareil téléphonique d'un système quelconque, et une pile. En temps ordinaire, le téléphone est suspendu au crochet A, et, par son poids, entraîne le levier, dont l'extrémité C vient s'appuyer sur la lame *m* et relier ensemble les bornes G et E. Le courant de la pile suit alors le circuit indiqué en traits pleins; il passe par P, G, *m*, E, S, A, traverse l'électroaimant, sort par TC, et se rend par le fil de ligne au poste d'appel, dont le téléphone est également suspendu au crochet; il traverse le commutateur de ce poste suivant le chemin S, E, *m* G, C, B, L et revient au pôle négatif de la pil

La figure 77 représente l'installation du pos

d'appel, composé seulement d'un commutateur automatique et d'un téléphone.

Au repos, l'armature F est attirée par l'électro-aimant, et le circuit local de la sonnerie est interrompu. Mais si, au poste d'appel, on prend à la main le téléphone, le levier AC (fig. 77) bascule par son propre poids, l'extrémité C vient s'appuyer sur la tige flexible *n*, et ferme le circuit qui contient le téléphone et qui est marqué en pointillé S, T, H, *n*, I, C, B, L. En même temps, le circuit principal se trouv terrompu au même poste entre G et *m*; suite, au poste de secours, l'armature F s tache de l'électro-aimant, et vient ferm circuit local de la sonnerie, qui commen tinter. L'observateur placé à ce poste arrête la sonnerie à l'aide de la manette K, et s le téléphone suspendu au crochet A; le l AC bascule par son poids, comme nous l'a expliqué pour le poste d'appel, et vient, e

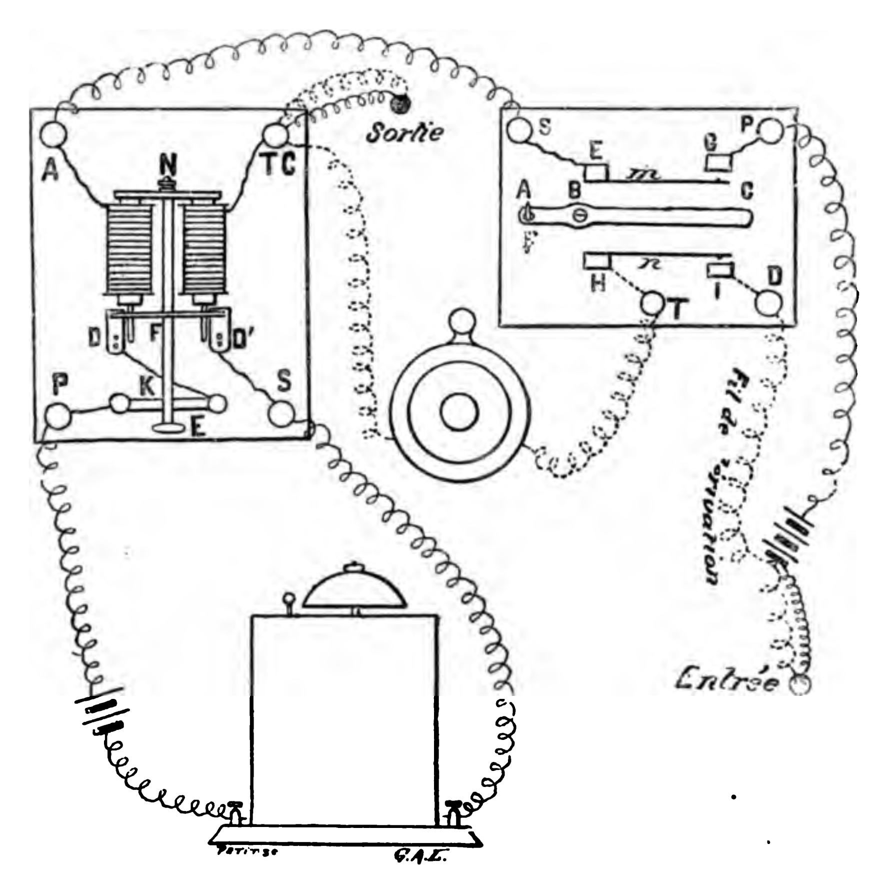


Fig. 76. — Installation d'un poste de secours avec pile de ligne.

puyant sur la tige flexible *n*, fermer le circuit pointillé D, I, *n*, H, T, TC, qui contient le téléphone. Par les manœuvres que nous venons d'indiquer, les téléphones se trouvent introduits dans le circuit de ligne, dont on fait sortir la pile et les résistances inutiles.

Lorsqu'on a fini de correspondre, on replace les téléphones sur les crochets, et on appuie sur le bouton d'ébonite E pour remettre l'armature au contact de l'électro et refermer la manette K.

On peut mettre dans le même circuit nombre quelconque de postes d'appel et secours, disposés en série; une pile unique fit. Pour les postes de secours qui n'ont pa pile, les communications du commutateur vent être légèrement modifiées. La pile de li devant fonctionner constamment, il conv d'employer des couples du genre Daniell.

Avertisseur Mackenzie. — Petit appareil vant à faire connaître, lorsqu'on appuie su bouton de sonnerie, si le courant passe, et

ile si la sonnerie fonctionne. Il peut être ré dans un bouton ou dans une poire d'appel;

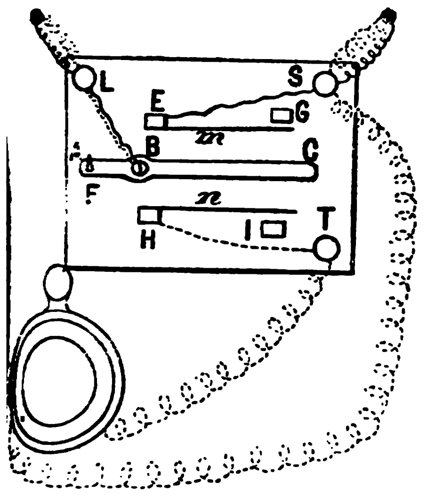


Fig. 77. — Installation d'un poste d'appel.

it aussi être employé seul à la place d'une rie. La figure 78 montre les premiers cas.

L'avertisseur est formé d'un électro-aimant, reposant sur un socle de fer doux et entouré d'une boîte de même substance, dont le cou-

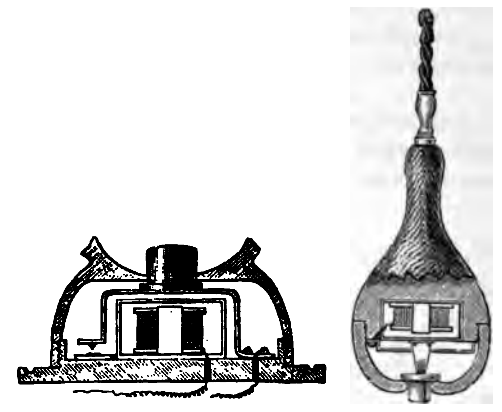


Fig. 78. — Avertisseur Mackenzie.

vercle est très voisin de l'extrémité du noyau.

Lorsque le courant passe dans la bobine, le noyau et le couvercle étant les pôles respectifs d'un aimant continu, se trouvent aimantés,

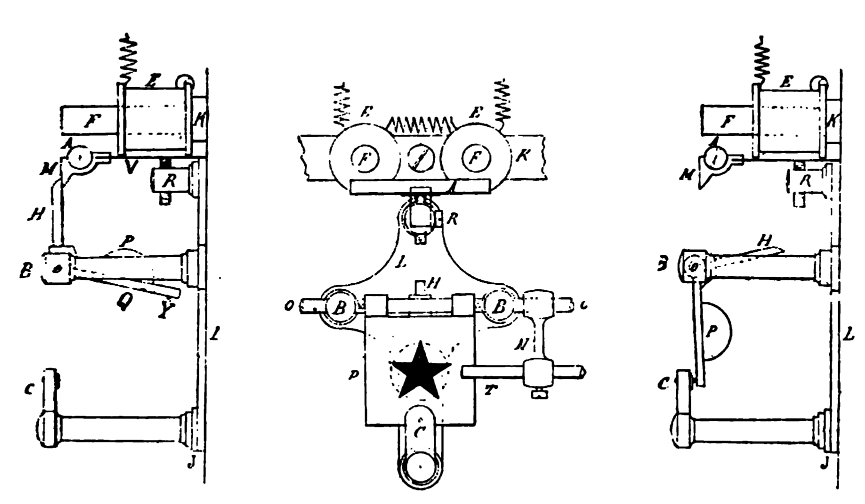


Fig. 79. — Avertisseur de vol.

quièrent des polarités opposées, et émet- un son qui peut être augmenté à volonté i dure tant que le courant continue à pas- Cette action étant uniquement moléculaire, st besoin d'aucune partie mobile, et par quent il n'y a rien qui puisse se détér.

petit appareil peut être utilisé dans bien s, notamment :

Dans les circuits des téléphones, entre les des bureaux et ceux des abonnés, ou bien entre les postes des bureaux eux-mêmes, pour savoir, chaque fois que l'appel a été donné, si les sonneries fonctionnent et si par conséquent les circuits sont en bon état.

(b) Dans les chemins de fer, pour les appareils à signaux, afin que l'employé puisse s'assurer si le signal qu'il a transmis a été reçu par l'autre poste.

(c) Dans les appareils Morse, pour remplacer le petit galvanomètre avertisseur qui indique à l'opérateur que le circuit est fermé.

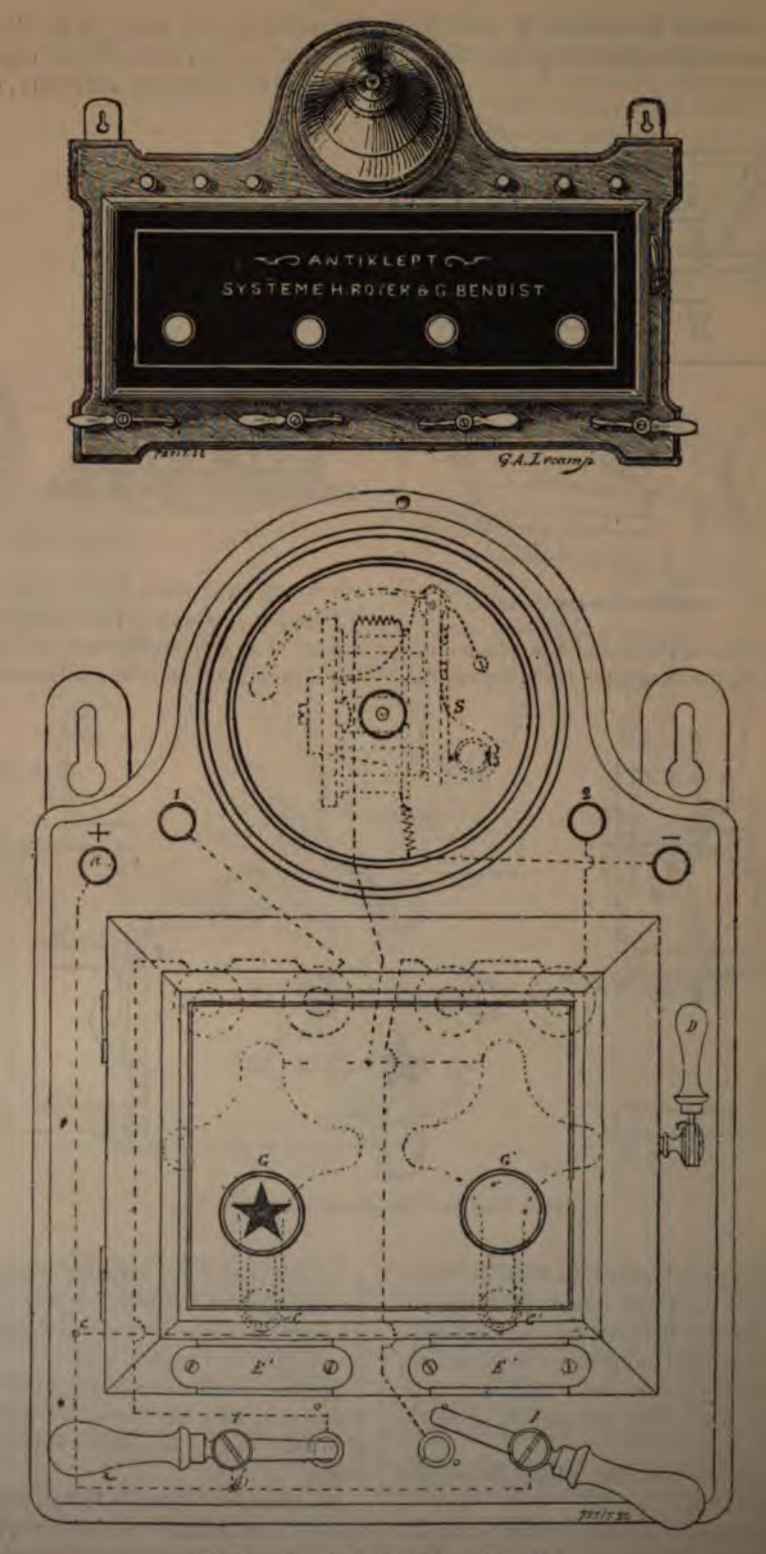


Fig. 80. — Avertisseur de vol (vue d'ensemble).

Dans les signaux militaires, ce petit appa-
t d'une valeur très grande, car il est exces-
ent simple et s'adapte à tous les équipe-
.

Enfin, pour certaines opérations électro-
ques, cet appareil possède des avantages
forme ordinaire des avertisseurs, car on
 faire fonctionner avec certitude, même
s personnes qui n'ont aucune connais-
en matière d'électricité.

Avertisseur de vol ou Antiklept. — Cet avertisseur, imaginé par MM. H. Royer et G. Benoist, peut servir à indiquer une élévation anormale de température, mais il sert surtout à prévenir de l'ouverture d'une porte, d'une fenêtre, d'un meuble, de l'escalade d'une clôture, en un mot à déceler la présence du voleur.

On dispose un fil de telle sorte qu'on ne puisse ouvrir la porte ou franchir la clôture sans le couper ou le toucher, ces deux opérations ayant

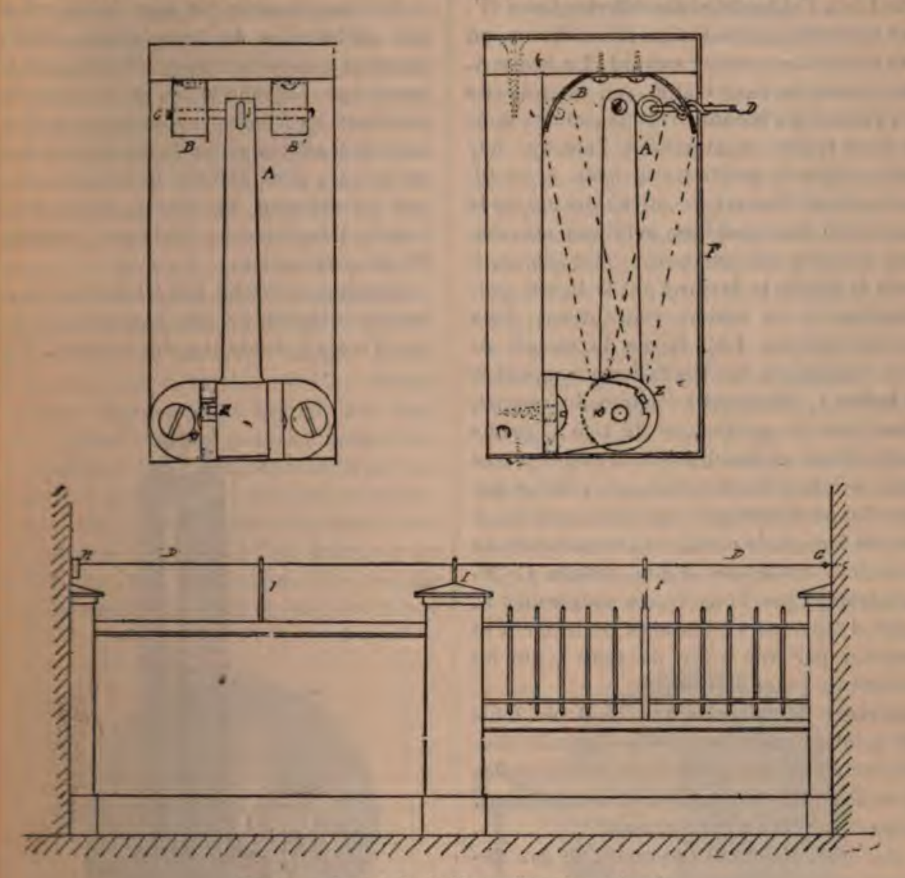


Fig. 81. — Contact de sûreté pour l'avertisseur de vol.

effet d'actionner un contact spécial, que
décrirons plus loin, qui vient alors fermer
rcuit contenant l'avertisseur. Celui-ci est
 d'un électro-aimant E horizontal (fig. 79),
tire, lorsque le courant passe, une arma-
A fixée au-dessous de lui sur une lame
le V, dont la course est limitée par la
Cette armature porte une sorte de cliquet
, lorsqu'elle est attirée, permet le déclen-
ent de la pièce coudée HY, qui tourne au-
du point B, entraînée par le contre-poids p.
yant, fixé en Q sur cette pièce à bascule,

apparaît alors derrière l'ouverture correspondante, tandis que le contact Y vient buter contre le plot C, et ferme ainsi le circuit d'une sonnerie qui se fait entendre jusqu'à ce que l'on vienne rompre le circuit de l'électro et replacer la pièce H dans sa position première.

La figure 80 montre l'aspect extérieur d'un appareil à quatre numéros, et la disposition des différentes pièces dans un appareil à deux numéros. Le fil positif vient s'attacher à la borne a, de laquelle part un fil qui se divise en b et vient aboutir aux interrupteurs à manette II'. Des

interrupteurs les fils vont à leurs électro-aimants respectifs, puis s'attachent aux bornes 1 et 2. De là partent les fils qui vont aux contacts de sûreté, puis se réunissent au pôle négatif de la pile. En c est une dérivation qui communique avec les plots fixes CC' et qui sert à actionner les sonneries intercalées entre les pièces à bascule et le pôle négatif. D est la poignée d'un axe portant des tiges qui servent à remettre en place les voyants, lorsqu'on a rompu le circuit de l'électro à l'aide d'un des interrupteurs II'.

Pour lancer le courant dans l'avertisseur, on peut se servir du contact suivant. Un levier A, mobile autour de l'axe O (fig. 81), est sollicité par un ressort à s'incliner vers la gauche, mais un fil bien tendu et attaché à l'anneau J le maintient dans la position verticale. Si ce fil, disposé devant l'ouverture ou au-dessus de la clôture qu'on veut protéger, subit une pression ou une traction en un point quelconque, il tire vers la droite le levier A, et la tige C, perpendiculaire à ce levier, rencontrant deux pièces métalliques BB', ferme le circuit de l'électro-aimant. Si les malfaiteurs coupent le fil, le levier A, obéissant à l'action du ressort, s'incline vers la gauche, et la tige C ferme encore le circuit en touchant deux autres pièces semblables à B et B'. Le tout est protégé par une enveloppe métallique. La figure montre le contact de face et de profil, et l'installation du fil protecteur au-dessus d'une clôture. Ce fil, fixé solidement par l'une de ses extrémités G, s'attache d'autre part à l'anneau du levier A et est soutenu par une série de tiges I qui lui permettent de jouer librement.

Avertisseur de fuites de gaz. — M. de Baillehache a adapté aux compteurs à gaz un dispositif électrique, qui permet de constater les fuites, et d'estimer à distance la consommation, au moins d'une façon approximative.

On sait que, dans ces appareils, le gaz dépensé soit par des fuites, soit par la consommation régulière, est mesuré par la rotation d'une roue horizontale, appelée roue des litres. M. de Baillehache encastre la roue des litres dans une roue isolante, d'un diamètre et d'une épaisseur plus grands, évidée de façon qu'on puisse y noyer une partie de l'épaisseur de la première. Sur la circonférence de la roue isolante sont fixées des goupilles en goutte de suif, régulièrement espacées, qui viennent, lorsque les roues tournent, frotter successivement sur un ressort et fermer un circuit qui contient une sonnerie, une pile et un bouton d'appel.

. Lorsqu'on appuie sur le bouton, on des tintements régulièrement espacés si des litres tourne. Si, à ce moment, t robinets sont fermés, on est averti de l'ex d'une fuite. S'il y a des robinets ouverts, mesurer approximativement la consom par le temps qui s'écoule entre deux tint successifs.

Avertisseur de tension. — Voy. Indic

AVERTISSEUR AUTOMATIQUE D'INC

— Ces avertisseurs ne sont autre cho des indicateurs de température, mai tionnant seulement lorsqu'elle dépasse l mum fixé. Lorsque le feu se déclare da voisinage, ils ferment automatiquement cuit contenant la sonnerie destinée à ave danger. On peut obtenir la fermeture cuit en utilisant les divers effets de tion de température : dilatations, chang d'état, combustion.

Avertisseurs fondés sur les dilatations. certain nombre de ces apaareils sont sur l'inégale dilatation des métaux. On

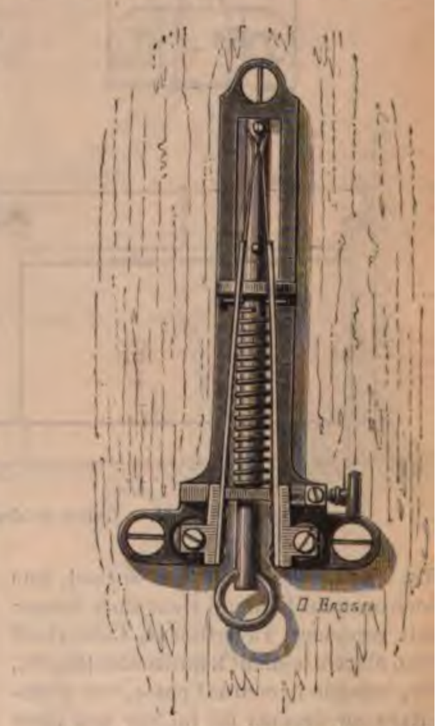


Fig. 82. — Avertisseur d'incendie Gaulne et Mil

ensemble sur toute leur longueur deux de métaux différents : quand la temp s'élève, les deux métaux se dilatent i ment et, par suite, la double lame se re

peut régler la disposition pour qu'à une ...érature voulue elle vienne toucher une ... pièce métallique et fermer un circuit ...nant une sonnerie. Telle est à peu près ...sposition de l'avertisseur Gaulne et Mildé ... 82), si ce n'est qu'il est formé de deux ...s thermométriques, composées chacune ...ois métaux, zinc, cuivre, acier, et placées ...que parallèlement sur un support isolant, ...étal le plus dilatable, le zinc, étant en de... Ces lames, fixées par leur partie infé...re, se terminent à l'autre bout par des res...s munis de contacts et communiquant ... la pile et avec la sonnerie, de sorte que, ...s contacts viennent à se toucher, le circuit ...rmé et la sonnerie se fait entendre. Mais, ...étal le plus dilatable étant en dehors, les ...s se recourbent de plus en plus vers l'in...ur lorsque la température s'élève, et, si ...distance a été bien calculée, les contacts ...eront à se toucher pour la température ...e, qui est ordinairement 35° ou 40°.

...ppareil sert en même temps de tirage ... sonnerie, afin de maintenir les contacts ... propres. Pour cela, en arrière des deux ...s est placée une tige isolante, munie à la ...e supérieure d'une goupille métallique qui ...saillie en avant, au-dessus des contacts. ... tige est maintenue par un ressort à bou...t se termine à la partie inférieure par un ...au. Si l'on tire cet anneau, la goupille ... frotter contre les deux contacts et ferme le circuit; dès qu'on abandonne l'anneau, le ressort ramène la tige à sa position d'équilibre et interrompt le courant. L'appareil se place à la partie supérieure de la salle, et l'on attache à l'anneau un cordon de tirage. Le seul défaut de cet appareil est d'actionner la sonnerie aussi bien pour une dilatation lente provenant d'une élévation normale de la température ambiante que pour l'échauffement brusque dû à un commencement d'incendie.

L'appareil Brasseur échappe à cet inconvénient. Il est formé de deux cylindres de zinc verticaux placés sur un même socle, l'un vide, l'autre plein de suif, et supportant à leur sommet une tige de cuivre reliée à l'un des pôles de la pile. Au-dessus de cette tige est une vis qui communique avec l'autre pôle. Un échauffement brusque fait dilater également les deux cylindres de zinc, et la traverse de cuivre, soulevée, vient toucher la vis et fermer le circuit. S'il se produit, au contraire, une élévation lente de température, le suif entre en fusion et maintient pendant longtemps le cylindre qui le renferme à 33°; le cylindre vide se dilate seul, et la traverse, soulevée obliquement, ne vient pas toucher la vis. On règle la position de cette vis suivant la valeur qu'on veut donner à la température maximum. Cet instrument est spécialement destiné à servir d'avertisseur; il est vrai que les pièces servant au contact sont assez faciles à entretenir bien propres.

Avertisseurs basés sur les changements d'état.





Fig. 83. — Avertisseur Dupré.

...existe d'autres avertisseurs, dans lesquels ...ièces destinées à établir le contact sont ...ées par une matière isolante facilement ...e. La température vient-elle à s'élever? ...substance fond et laisse le contact s'éta...L'un des plus simples parmi les appareils ...système est celui de Dupré, qui présente ...ne d'un bouton de sonnerie ordinaire et sert en effet au même usage (fig. 83). Le ressort supérieur A est libre et vient toucher le ressort B quand on presse le bouton; mais la lame B est repliée par dessous en forme d'U, et maintenue appliquée sur le fond par une masse isolante C, que traverse une vis. Quand la température atteint la limite voulue, cette petite masse fond, et la lame B, abandonnée à elle-

AXIAL (Courant nerveux). — Courant résultant de la différence de potentiel qui s'établit entre deux sections transversales d'un nerf.

AXIALE (Ligne). — Droite qui joint pôles d'un aimant.

B

BAIN ÉLECTRIQUE. — Nom donné aux procédés électrothérapiques suivants.

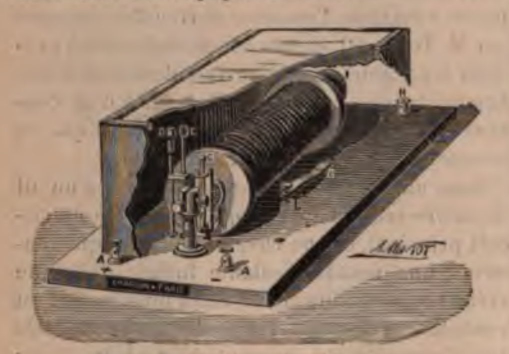


Fig. 86. — Bobine pour bain électrique.

Bain électro-positif ou électro-négatif. — Le malade, assis sur un siège placé sur un tabouret isolant, est mis en communication a machine électrostatique puissante et potentiel de cette machine. Il éprouve l tion particulière dite de *toile d'araignée.* produit, surtout chez les sujets à systè veux excitable, une action énergique sur pathique, d'où résulte une diminutic tension vasculaire, une accélération de lation périphérique, et une imbibiti complète des tissus; de là une sens chaleur générale, perceptible pour l'obs à la surface de la peau, surtout au visag extrémités. Voy. Électrothérapie.

Bain électrique. — Une bobine d'i à très gros fil actionnée par une pile au mate (fig. 86 et 87) est placée dans une l mée par une glace, et reliée par des él de charbon D avec l'eau contenue dans

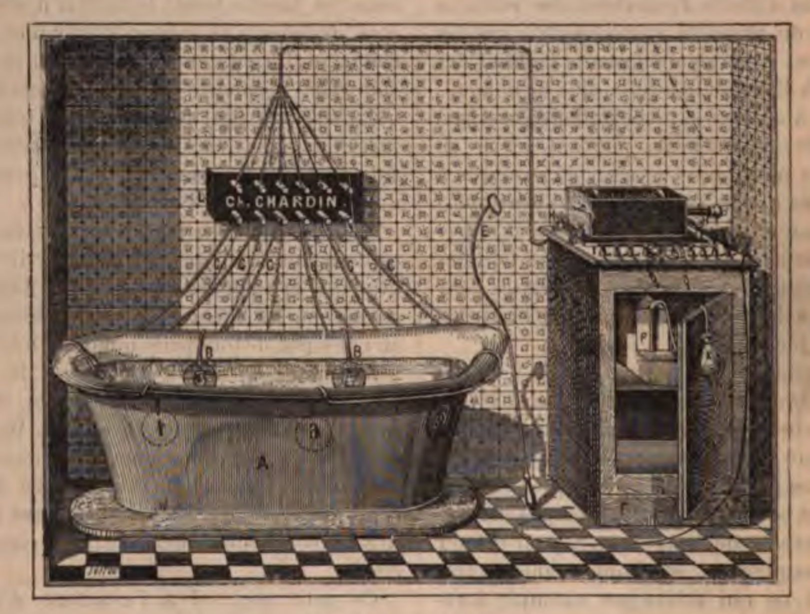


Fig. 87. — Bain électrique.

gnoire de bois A. Cette disposition donne de bons résultats dans un certain nombre d'affections. Des plaques de charbon B et un E permettent de localiser l'excitati

es numérotées I servent à faire passer le
nt dans les plaques correspondantes. La
e G est excitée par une pile au bichromate
fflation d'air.

LAI. — Faisceau de fils métalliques qui frotte sur le collecteur d'une machine d'induction pour y recueillir le courant. La fig. 88 montre la disposition des balais dans les dynamos Edison.

On emploie aussi depuis quelque temps des

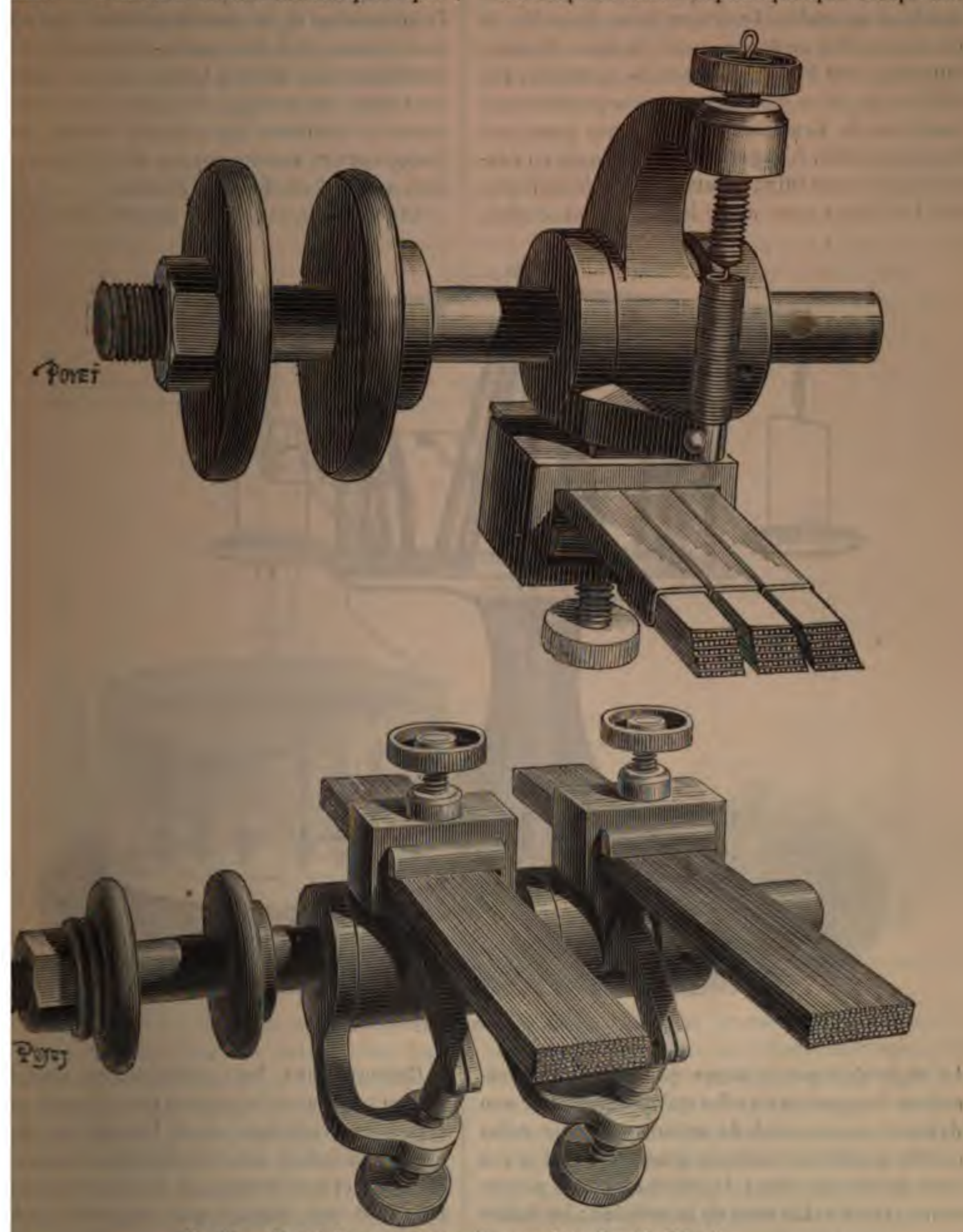


Fig. 88. — Porte-balais pour dynamo (Compagnie continentale Edison).

formés d'une toile métallique en fil de
de la plus haute conductibilité, de
m de diamètre, à tissu très serré. Cette
est enroulée sur elle-même un certain nombre de fois et soumise ensuite à un outil spécial qui lui donne la forme parallélipipédique. Ce balai a, comme ceux à fils fins, l'avantage d'être très souple et de n'exiger

qu'une faible pression pour donner un excellent contact; il n'a pas comme eux l'inconvénient de se déformer très facilement.

Angle de calage des balais d'une dynamo génératrice. — Considérons, pour simplifier, une machine magnéto-électrique dans laquelle le champ est dû à un seul aimant; la ligne de commutation doit être, par raison de symétrie, parallèle (machine de Clarke) ou perpendiculaire (machine de Gramme) à la ligne qui passe par les deux pôles. L'expérience montre qu'en réalité ce n'est pas suivant cette ligne qu'il faut placer les balais pour avoir le maximum d'effet, mais qu'il faut les en écarter d'un certain
dans le sens de la rotation. Cet angle est a
angle de calage. Pour une même machin
valeur dépend de la vitesse de rotation.

On explique ce fait par un certain retard
l'aimantation et la désaimantation des no
de fer doux, d'où leur action changerait de
seulement un certain temps après l'inve
du champ magnétique. On peut faire inter
aussi la réaction du courant induit su
inducteurs et sur les noyaux de fer doux,
tion qui doit modifier le champ.

Calage des balais d'une dynamo réceptric

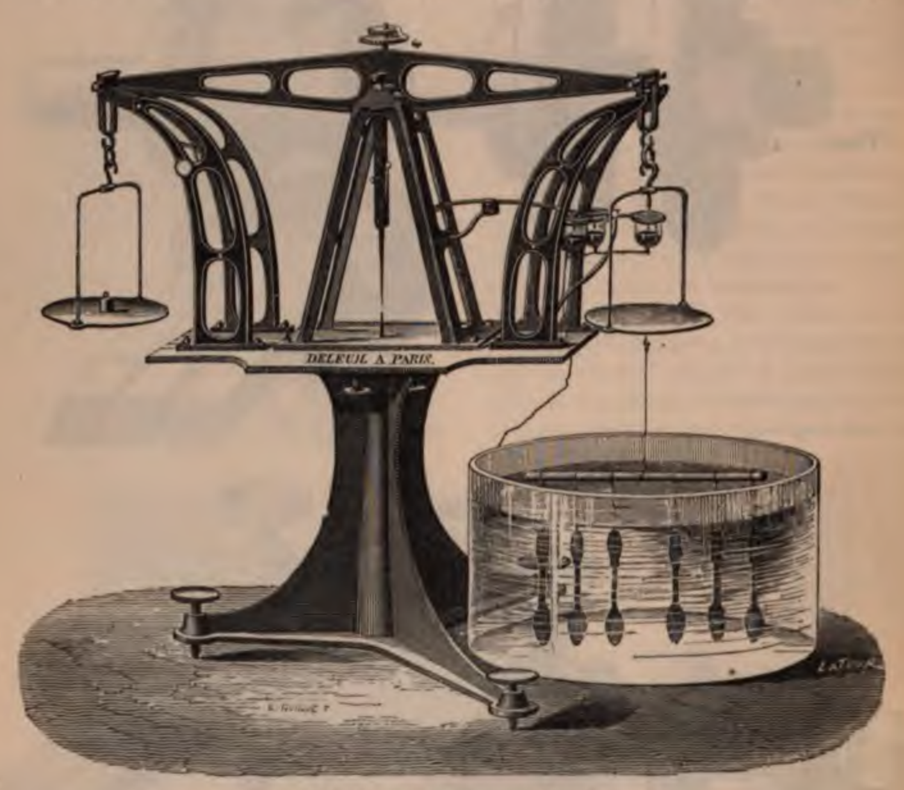


Fig. 89. — Balance argyrométrique.

La règle n'est pas la même que dans le cas précédent. Supposons en effet qu'on lance dans une dynamo un courant de même sens que celui qu'elle produirait comme génératrice : il n'y a rien de changé dans le raisonnement précédent, si ce n'est le sens de la rotation ; les balais conservent donc leur position, mais, le sens de la rotation ayant changé, ils se trouvent calés en retard sur leur position théorique, et non plus en avance. Il est facile de voir qu'il en est de même, quel que soit le mode d'excitation de la dynamo.

Comme dans les génératrices, l'angl
calage varie avec le rapport des champs ma
tiques de l'inducteur et de l'induit, et, da
cas, la variation est considérable comme
du rapport des champs. Si le champ des in
teurs est peu intense par rapport à celu
l'induit, le décalage est très grand et varie
la charge du moteur, c'est-à-dire avec le
vail exécuté, la répartition des champs va
aussi avec cette charge. Il faut alors mo
sans cesse la position des balais, pour évit
production des étincelles.

Le moteur Field, employé aux États-Unis, est muni d'une disposition particulière pour le réglage des balais. Les deux balais principaux sont fixés sur un cadre mobile avec deux petits balais placés à angle droit avec les premiers, et reliés avec un petit moteur qui commande le cadre mobile. Quand les balais principaux sont bien placés, les lames du collecteur situées à 90°, et sur lesquelles s'appuient les petits balais, sont au même potentiel; par suite le moteur ne reçoit aucun courant. Si les balais principaux se trouvent décalés, les balais secondaires ne sont plus au même potentiel, et le petit moteur reçoit un courant qui le fait tourner jusqu'à ce que le système ait atteint la nouvelle position de calage.

BALANCE ARGYROMÉTRIQUE. — La balance est employée pour régler exactement le poids des dépôts galvaniques. Veut-on recouvrir des couverts d'un poids déterminé d'argent? On les suspend sous le plateau de droite (fig. 89), et l'on met dans celui de gauche d'abord une tare suffisante pour ramener l'équilibre, puis un poids égal à celui de l'argent qu'on veut déposer. Le fléau s'incline à gauche et porte un commutateur qui, dans cette position, ferme le circuit. A mesure que le dépôt s'effectue, le fléau se redresse, et, lorsque l'aiguille revient exactement au zéro, le courant se trouve interrompu; l'opération peut donc se faire en toute sécurité même la nuit et sans aucune surveillance.

BALANCE ÉLECTRIQUE. — Plusieurs physiciens ont appliqué la balance à la mesure de l'intensité des courants. La balance de Becquerel est électromagnétique. Aux deux bras du fléau sont suspendus deux aimants (fig. 90) qui pénètrent dans deux bobines creuses que doit traverser le courant. Si le circuit est rompu, le fléau se tient horizontal; lorsqu'on lance le courant, le sens de l'enroulement du fil sur les bobines est tel que l'un des aimants est attiré et l'autre repoussé. On rétablit l'équilibre en ajoutant des poids marqués, dont la somme est proportionnelle à l'intensité. Il est donc facile de mesurer cette intensité, si l'appareil a été d'abord étalonné.

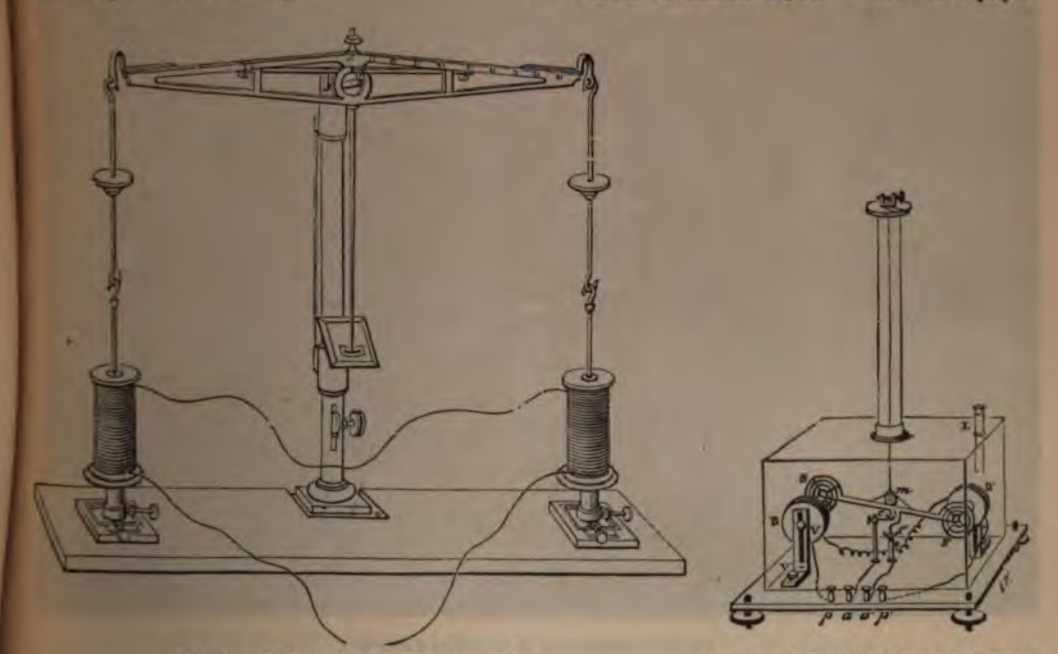


Fig. 90. — Balance électrique de Becquerel.

Fig. 91. — Balance électrique de Lallemand.

M. de Baillehache transforme une balance quelconque en balance électrométrique, en fixant sous l'un des plateaux une lame de fer doux, qu'on équilibre en plaçant un contre-poids sous l'autre plateau. On dispose ensuite au-dessous de la lame, à une distance variable suivant la sensibilité qu'on veut obtenir, un électro-aimant dans lequel on fait passer le courant à mesurer. La même disposition s'applique aux balances romaines.

La balance de M. Lallemand, que nous représentons fig. 91, est électrodynamique. Le fléau tourne autour d'un axe vertical : il est suspendu à un fil métallique et porte à ses extrémités

(eux bobines plates, qui, dans la position d'é-
(uilibre, viennent se placer en regard de deux
utres bobines semblables, mais fixes. Le cou-
ant à mesurer traverse les quatre bobines dans
n sens tel qu'elles se repoussent deux à deux ;
n mesure l'intensité en tordant le fil à la par-
ie supérieure, comme on le fait dans la ba-
ance de Coulomb, jusqu'à ce qu'on ait ramené
es bobines à leur première position.

Il est évident que le sens de l'act
dynamique ne change pas si l'on
courant dans les quatre bobines
peut donc servir pour les courants

BALANCE D'INDUCTION STATIQ
donné par M. J.-E.-H. Gordon à u
condensateur employé par lui en
détermination de la *capacité inducti*
des diélectriques. Nous donnons

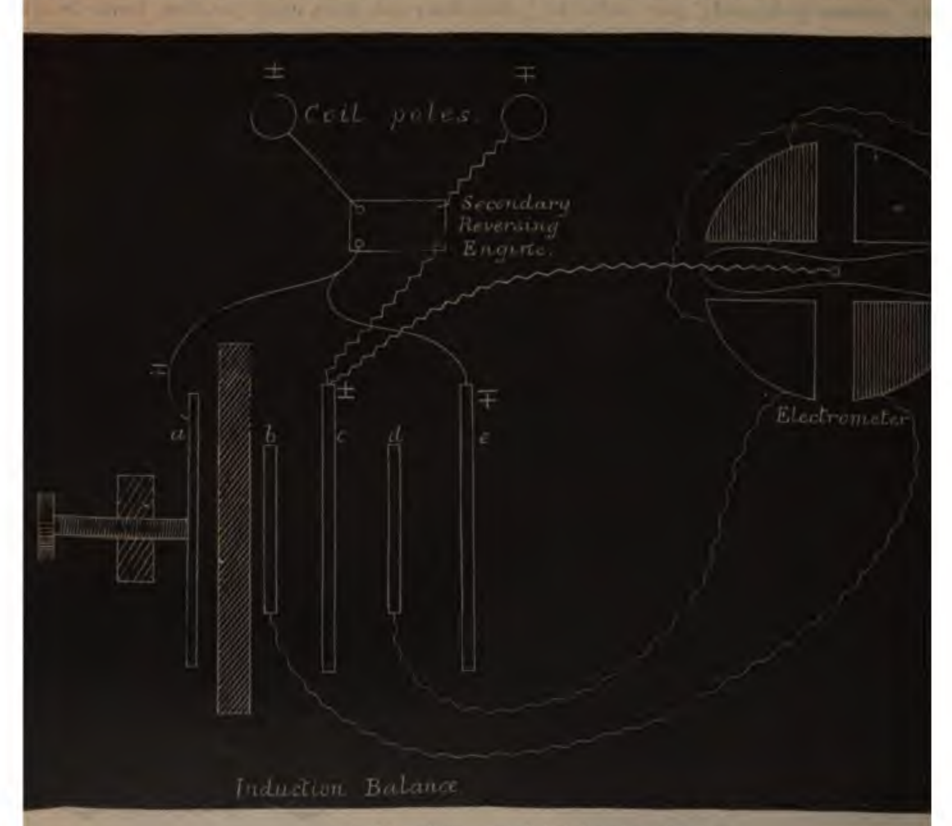


Fig. 92. — Diagramme de la balance d'induction.

Coil poles = Pôles de la bobine. — Secondary Reversing Engine = Inverseur secondaire.

essin original de cet appareil, qui était com-
osé de cinq plateaux métalliques équidistants
,*b*,*c*,*d*,*e*, ayant 15 et 10 centimètres de diamètre.
ous ces plateaux sont isolés, mais les quatre
erniers sont fixes, tandis que *a* peut être dé-
lacé parallèlement à lui-même au moyen
'une vis. Les plateaux *a* et *e* d'une part et *c*
'autre part communiquent avec les deux pôles
'une bobine de Ruhmkorff, qui maintient en-
e eux une différence de potentiel constante,
nais dont le signe change très fréquemment
nviron 12 000 fois par seconde). Le plateau *c*
st en outre relié à l'aiguille d'un électromètre

Thomson à quadrants; les plateau
diaires *b* et *d*, qui se chargent seul
influence, sont réunis aux deux pair
teurs de cet appareil. S'il n'y a pas
trique, et que les plateaux soient éq
l'aiguille de l'électromètre n'est p
Mais si l'on introduit entre *a* et *b*
isolante ayant un pouvoir inducteur
que l'air, l'effet est le même que s
rapproché le plateau *a* de *b*, l'influ
sur *b* devient plus grande que cell
l'aiguille sera déviée dans le même s
l'on avait rapproché *a* de *b*. On éloig

.e moteur Field, employé aux États-Unis, est ni d'une disposition particulière pour le lage des balais. Les deux balais principaux t fixés sur un cadre mobile avec deux petits lais placés à angle droit avec les premiers, et iés avec un petit moteur qui commande le lre mobile. Quand les balais principaux sont n placés, les lames du collecteur situées à , et sur lesquelles s'appuient les petits ba- , sont au même potentiel; par suite le teur ne reçoit aucun courant. Si les balais incipaux se trouvent décalés, les balais secon- ires ne sont plus au même potentiel, et le tit moteur reçoit un courant qui le fait tour- jusqu'à ce que le système ait atteint la uvelle position de calage.

BALANCE ARGYROMÉTRIQUE. — La balance est employée pour régler exactement le poids des dépôts galvaniques. Veut-on recouvrir des couverts d'un poids déterminé d'argent? On les suspend sous le plateau de droite (fig. 89), et l'on met dans celui de gauche d'abord une tare suffisante pour ramener l'équilibre, puis un poids égal à celui de l'argent qu'on veut dépo- ser. Le fléau s'incline à gauche et porte un com- mutateur qui, dans cette position, ferme le cir- cuit. A mesure que le dépôt s'effectue, le fléau se redresse, et, lorsque l'aiguille revient exacte- ment au zéro, le courant se trouve interrompu; l'opération peut donc se faire en toute sécurité même la nuit et sans aucune surveillance.

BALANCE ÉLECTRIQUE. — Plusieurs physi-

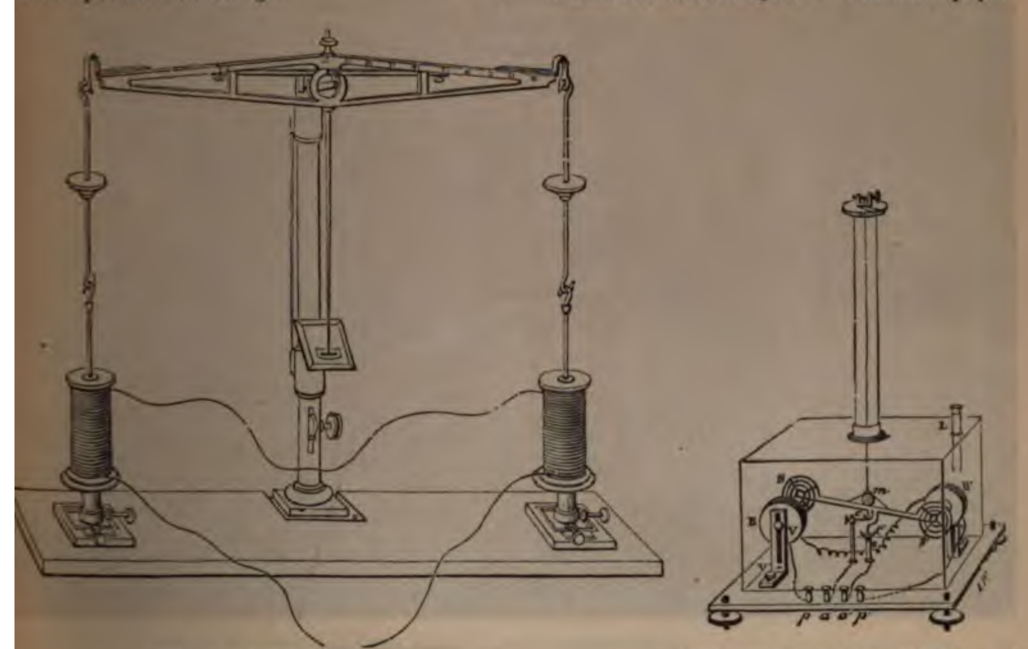


Fig. 90. — Balance électrique de Becquerel.

Fig. 91. — Balance électrique de Lallemand.

ens ont appliqué la balance à la mesure de intensité des courants. La balance de Bec- uerel est électromagnétique. Aux deux bras u fléau sont suspendus deux aimants (fig. 90) ui pénètrent dans deux bobines creuses que oit traverser le courant. Si le circuit est rompu, fléau se tient horizontal; lorsqu'on lance le urant, le sens de l'enroulement du fil sur s bobines est tel que l'un des aimants est tiré et l'autre repoussé. On rétablit l'équilibre n ajoutant des poids marqués, dont la somme st proportionnelle à l'intensité. Il est donc acile de mesurer cette intensité, si l'appareil été d'abord étalonné.

M. de Baillehache transforme une balance quelconque en balance électrométrique, en fixant sous l'un des plateaux une lame de fer doux, qu'on équilibre en plaçant un contre- poids sous l'autre plateau. On dispose ensuite au-dessous de la lame, à une distance varia- ble suivant la sensibilité qu'on veut obtenir, un électro-aimant dans lequel on fait passer le courant à mesurer. La même disposition s'ap- plique aux balances romaines.

La balance de M. Lallemand, que nous repré- sentons fig. 91, est électrodynamique. Le fléau tourne autour d'un axe vertical : il est suspendu à un fil métallique et porte à ses extrémités

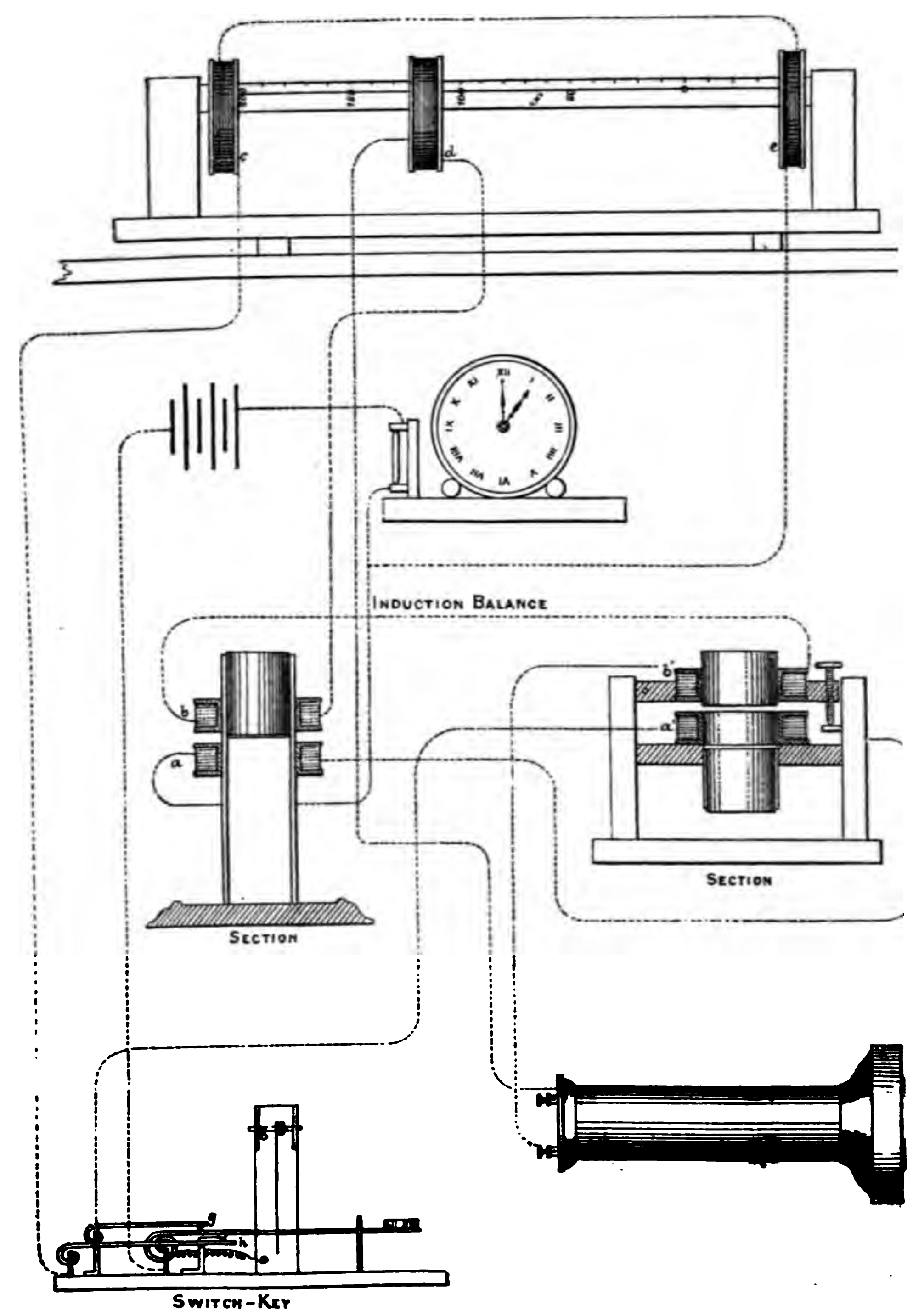


Fig. 93. — Balance d'induction voltaïque.

Switch-Key = Interrupteur.

LOW (Roue de). — Petit appareil imaar Barlow en 1828, et qui montre la rod'un courant sous l'action d'un aimant. mpose d'une roue découpée D (fig. 95), nge dans une rainure pleine de mercure; rant entre par cette rainure, monte sui rayon vertical et sort par le centre de la roue et le support SC. Un aimant A entoure la rainure de ses pôles. Supposons le pôle nord en avant, et appliquons la règle d'Ampère; le courant repousserait le pôle nord vers la gauche; mais, l'aimant étant immobile, c'est le courant qui tournera vers la droite, c'est-à-dire de S sur D. De même le pôle sud chasse le cou-



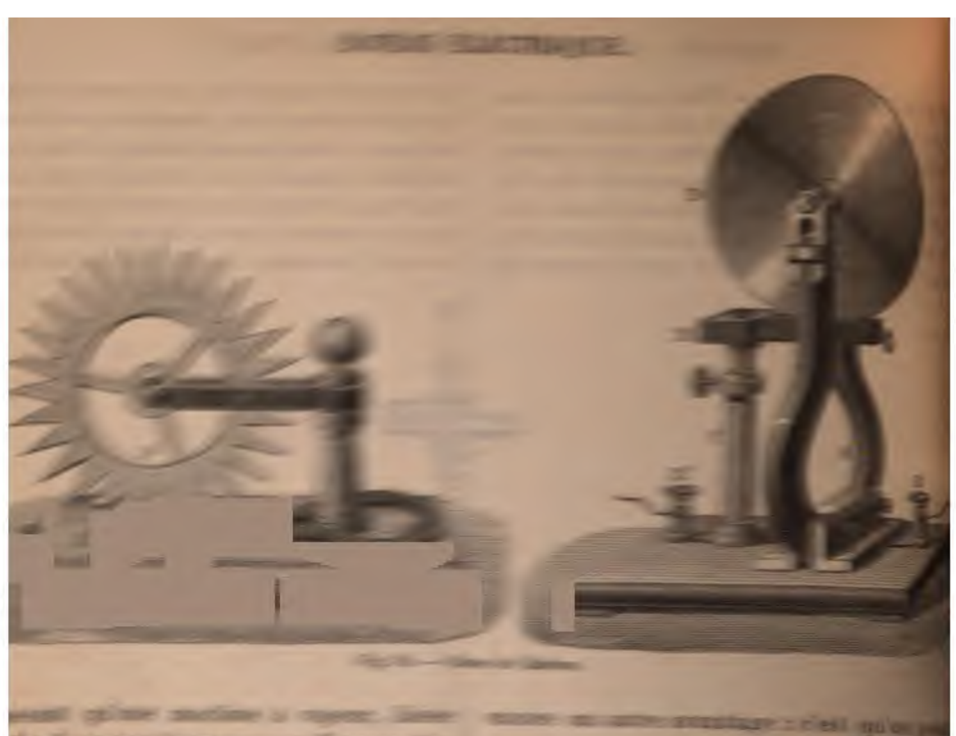
Fig. 94. — Balance de Coulomb.

mobile vers la gauche, c'est-à-dire du côté, puisque l'observateur d'Ampère etourné.

figure montre aussi un appareil de Faraqui permet de faire la même expérience btenir une rotation plus rapide. Le dis est plein et plus grand. L'aimant est al et ses pôles entourent le courant mobile. Le courant monte par les branches de l'aimant et sort par la cuve M pleine de mercure.

BARROW (Cercle de). — Voy. Cercle.

BATEAU ÉLECTRIQUE. — Bateau mû par un moteur électrique, actionné lui-même par des piles ou des accumulateurs. Les bateaux électriques ont l'avantage de ne produire ni bruit, ni fumée, ni odeur; le moteur, moins em-



...ment qu'une machine à vapeur. Dans ... de place pour les passagers. En revanche, ...ant, jusqu'à présent, beaucoup plus coû... ; aussi l'électricité n'a-t-elle été encore ...ée que pour les canots de plaisance, ou certaines applications de la marine mili... (torpilleurs ou bateaux sous-marins) (Voy. ...MARINE).

...r les canots de plaisance, M. Trouvé a ...é la préférence aux piles au bichromate ...and débit, qui sont actuellement plus lé... que les accumulateurs, et permettent ...emplir de plus longs trajets, en emportant ...ui une provision de sel chromique, que ...fait dissoudre, au moment de s'en servir, ...de l'eau puisée à la rivière. Les accumu... au contraire ne permettraient pas de ...gner beaucoup du point de départ à cause ...nécessité de les recharger.

...moteur est fixé sur la tête du gouvernail ...80) ; il est réuni à la pile, placée à volonté ...ant ou au milieu du bateau, à l'aide de ...conducteurs souples assez solides pour ...en même temps à manœuvrer le gouver... Le moteur actionne une hélice fixée à la ...inférieure du gouvernail. Il résulte de ...disposition que, dès qu'en tirant sur l'un ...conducteurs souples on fait tourner un peu ...uvernail, l'hélice, se déplaçant de la même ...ière, agit latéralement sur le bateau et ...ncourt à la rotation ; par suite le ba... ...peut virer très facilement dans un petit ...e. L'emploi de ce gouvernail-moteur offre

encore un autre avantage : c'est qu'on peu...



Fig. 80. — Gouvernail moteur-propulseur Trouvé.

placer facilement sur un bateau quelcon...

rien modifier aux organes déjà existants; ...me rien n'est plus simple que d'enlever ...lètement l'appareil électrique, si l'on veut ... au bateau son ancien système de loco...n, voile ou avirons. La figure 98 montre ...t d'un bateau muni du gouvernail-mo...ropulseur. Les piles au bichromate sont ...s au milieu, devant le barreur.

...uis les premiers essais, qui datent de 1881, ...ouvé a légèrement modifié son système et ...lacé, pour les bateaux plus lourds, le moteur ...tif par un petit moteur du genre Gramme, ...senté au bas de la figure 97. La bobine induite de ce moteur est formée par un noyau de fer doux, composé d'un ruban très mince en tôle de fer, de 0,2 millimètre d'épaisseur, dont les spires sont séparées par du papier. Les deux électro-aimants constituant les inducteurs entourent concentriquement l'induit; l'espace libre entre les deux parties est aussi réduit que possible, afin de donner au champ magnétique son maximum d'intensité. Un moteur de ce genre pesant 8 kilogrammes donne une force d'un demi-cheval. Cette proportion s'accroît encore avec la puissance, car un moteur de 10 chevaux ne pèse que 100 kilogrammes.

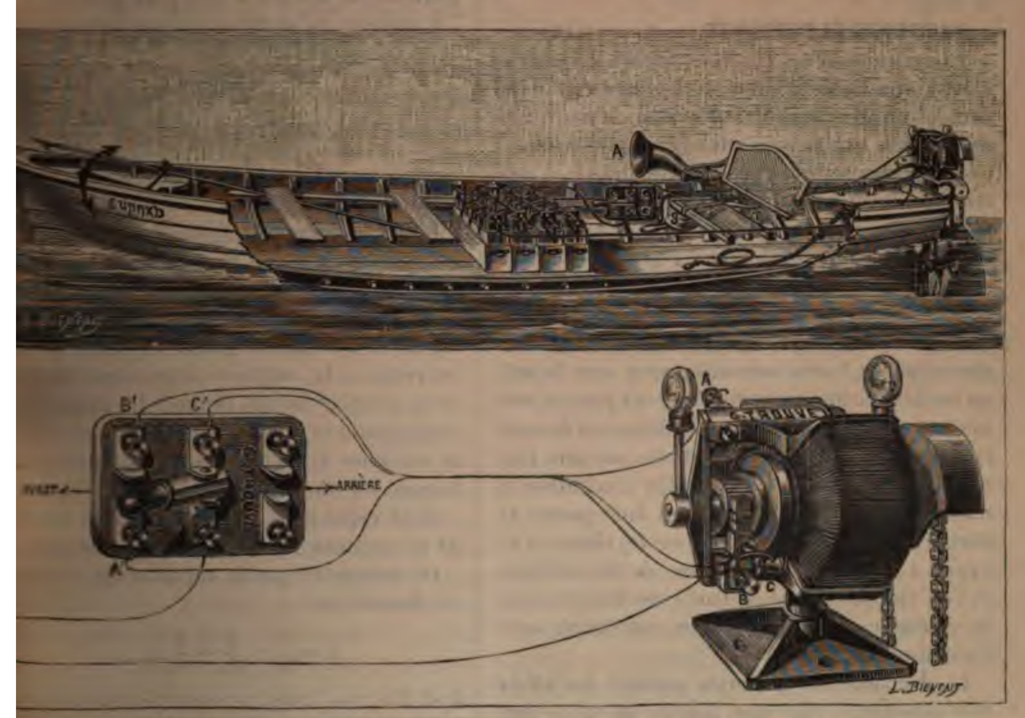


Fig. 97. — Coupe perspective du bateau Εὕρηκα, muni du gouvernail et de la sirène Trouvé.

...la droite du barreur est fixé un commuta..., qui permet d'arrêter le canot ou de le ...aller à volonté en avant ou en arrière. Ce ... appareil très simple est formé de six ...rres métalliques fixées sur une plaque iso... : celles des extrémités sont reliées aux ...s du moteur et de la pile. Celles du milieu ...ortent un levier mobile dont l'extrémité ...aller toucher à volonté les équerres d'a...ou d'arrière, ce qui ferme le courant et fait ...her l'embarcation en avant ou en arrière. ...oit que le maniement de la manette rap... celui du levier de mise en train des ma...s à vapeur.

Pour les rivières peu profondes et encombrées d'herbes pendant une grande partie de la belle saison, on peut se servir d'un propulseur (Voy. ce mot) à augets coniques.

Les accumulateurs furent appliqués à la navigation en 1882 sur la Tamise. Deux machines Siemens, mues par 45 accumulateurs E. P. S., faisaient tourner l'hélice d'un bateau en fer de 7,62 m. de long; ce bateau, appelé *Electricity*, chargé de quatre personnes, atteignait une vitesse de 14480 m. à l'heure en descendant et de 12875 m. en remontant le courant. Un commutateur permettait de faire varier le nombre des accumulateurs en circuit; la

marche en avant et en arrière s'obtenait par l'emploi de deux paires de balais correspondant chacune à un sens du mouvement.

La navigation électrique ferait actuellement, paraît-il, de grands progrès en Angleterre, MM. Immish et C[ie] louent des bateaux électriques pouvant contenir jusqu'à trente passagers, et mus par des accumulateurs. Ils ont installé aussi des stations flottantes pour recharger les accumulateurs des embarcations particulières.

BATHOMÈTRE. — Instrument imaginé par Siemens et servant à mesurer la profondeur de la mer.

BATTERIE ÉLECTRIQUE. — Appareil formé par la réunion d'un certain nombre de jarres, c'est-à-dire de bouteilles de Leyde de grandes dimensions, ordinairement quatre ou neuf. Les armatures extérieures des jarres communiquent entre elles par l'intermédiaire d'une feuille d'étain qui tapisse l'intérieur de la boîte dans laquelle elles sont placées. Les armatures intérieures sont également reliées ensemble par des tiges de laiton. Une batterie se charge comme une bouteille de Leyde, en faisant communiquer l'armature intérieure avec la machine électrique et l'armature extérieure avec le sol, ou les deux armatures avec les deux pôles d'une machine électrique. Elle se décharge en faisant communiquer les deux armatures par une tige métallique soigneusement isolée (excitateur à manches de verre). Si l'on veut faire passer la décharge dans un appareil, on le réunit d'avance à l'armature extérieure de la batterie, et l'on établit ensuite, à l'aide de l'excitateur, la communication de l'autre extrémité avec l'armature intérieure.

La décharge des batteries produit des effets très puissants : elle peut fondre un fil de fer, volatiliser une feuille d'or, percer une plaque de verre, etc.

Capacité et énergie d'une batterie en surface. — Le mode de disposition précédent est le plus fréquent; la batterie est alors dite montée *en surface*. Il est évident que la capacité totale C est égale à la somme des capacités $C_1, C_2, C_3, \ldots$, de toutes les bouteilles. En effet, supposons qu'on charge séparément toutes les bouteilles à l'aide d'une même machine au même potentiel V; elles auront des charges.

$$C_1V, \quad C_2V, \quad C_3V, \quad \ldots\ldots$$

Si on les réunit ensuite en surface, la charge totale n'aura pas changé, d'après le principe de la conservation de l'électricité.

Elle sera donc

$$M = C_1V + C_2V + C_3V + \ldots = (C_1 + C_2 + C_3 \text{-}$$

D'autre part, le potentiel V n'a pas é difié par l'établissement des communi puisqu'il était le même sur toutes les bou La capacité est donc représentée par l $C_1 + C_2 + C_3 + \ldots = C$.

En particulier, si on a *n* bouteilles ide de capacité *c*.

$$C = nc.$$

La batterie en surface équivaut don bouteille de surface *n* fois plus grande.

L'énergie du système a pour valeur

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{M^2}{C},$$

et dans le dernier cas

$$W = \frac{1}{2}ncV^2 = \frac{M^2}{2nc}.$$

Batterie en cascade. — Quelquefois on les bouteilles d'une batterie d'une aut nière; on réunit l'armature extérieure que bouteille avec l'armature intérieu suivante. L'armature intérieure de la p est reliée à la machine, l'armature ext de la dernière au sol. D'après les propri condensateurs fermés, si la première r la machine une charge $+m$, elle attire fluence sur son armature extérieure une $-m$ et repousse $+m$ sur l'armature in de la seconde bouteille, et ainsi de su

On démontre que la capacité de ce est donnée par

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots\ldots$$

d'où l'on tire, dans le cas de *n* bouteill tiques de capacité *c*,

$$C = \frac{c}{n},$$

et pour l'énergie

$$W = \frac{1}{2}\frac{CV^2}{n} = \frac{nM^2}{2c}.$$

Cette disposition est désavantageus on dispose d'une source à potentiel c car elle équivaut alors à une bouteille *n* fois plus petite. Elle est avantageus ment lorsqu'on dispose d'un potentiel él chaque bouteille ne supporterait pas i sans se briser; on le partage ainsi e bouteilles successives.

Batterie secondaire ou voltaïque. —

certain nombre d'éléments de piles secon-s ou de piles voltaïques.

TTEUR DE MESURE. — Appareil destiné nsmettre les indications relatives à la re aux exécutants qui ne peuvent voir le d'orchestre, par exemple aux chœurs s dans les coulisses d'un théâtre. Les pre-s essais furent faits vers 1855; mais ces uments avaient l'inconvénient ou bien d'in-er de la même manière tous les temps de nesure, ou bien d'indiquer seulement le nier. Nous décrirons seulement deux bat-plus récents.

lui de M. Samuel est formé d'une petite ette qui peut se mouvoir à volonté en, en bas, à droite ou à gauche, suivant le est attirée par l'un des quatre électro-nts placés autour d'elle dans ces direc-. Des ressorts antagonistes la ramènent tôt à sa position d'équilibre. Le chef d'or-re, à l'aide d'un clavier à quatre touches sous sa main gauche, envoie alternative-le courant dans les électro-aimants con-bles.

pareil de M. Carpentier est recouvert planchette noircie, dans laquelle on a qué deux fentes inclinées formant un V; chacune de ces fentes est placée une règle e, blanche sur une face, noire sur une au-t pouvant tourner sous l'action du courant, nière à présenter tantôt la face blanche, la face noire. Grâce à une illusion d'op-on croit voir une baguette blanche bat-la mesure d'une fente à l'autre. Chaque porte, vers le sommet du V, une poulie sur lle s'enroule une cordelette, fixée par l'un bouts à un ressort, par l'autre à l'arma-l'un électro-aimant. Quand le circuit est rompu, l'une des règles présente la face he, l'autre la face noire. Quand le courant, l'armature de l'électro-aimant est attirée, aque règle fait un quart de tour, de sorte règle qui était blanche devient noire et roquement; lorsqu'il ne passe plus, les rts ramènent les règles à leur première on. Le chef d'orchestre produit les inter-ns et les fermetures du circuit en ap-t sur une pédale; il a devant lui, au-s de la partition, un appareil identique emier, mais plus petit, et intercalé dans le circuit, pour vérifier les indications de qui est dans les coulisses.

ILAIRE (SUSPENSION). — Suspension for-e deux fils de soie sans torsion, parallèles èrement rapprochés vers le bas (fig. 98), et destinée à porter une aiguille électrisée (électromètre), une bobine (électro-dynamomètre)

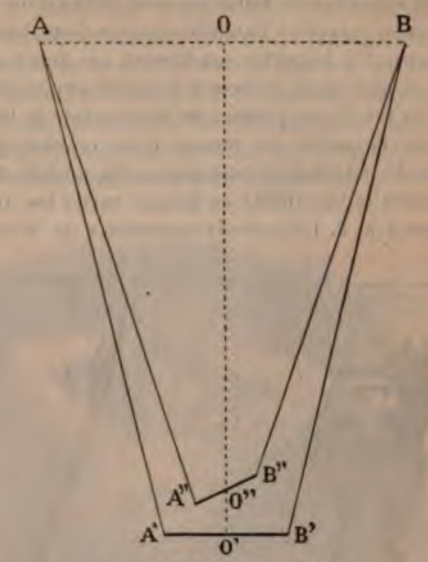


Fig. 98. — Suspension bifilaire.

ou quelquefois un aimant (mesure des moments magnétiques). Lorsque l'appareil est en équilibre, les deux fils sont dans un même plan vertical; s'il s'agit d'un aimant, ce plan doit coïncider avec le méridien magnétique. Si l'on soumet l'appareil à une force électrique qui l'écarte de sa position d'équilibre, les deux fils tournent autour des points d'attache A et B; l'aiguille A' B' se déplace d'un certain angle, en s'élevant d'une très petite quantité, et vient en A''B''. La rotation s'arrête lorsque la force de torsion du bifilaire fait équilibre à l'action électrique ou magnétique. On démontre que cette force de torsion a pour expression

$$p\frac{ab}{l}\sin\alpha,$$

p étant le poids de l'aiguille, l, a et b les longueurs AA', AB et A''B'.

On voit qu'une suspension bifilaire peut remplacer un fil métallique fin; cette suspension a l'avantage de ramener toujours l'aiguille sensiblement au zéro quand elle n'est plus électrisée, tandis qu'avec les fils métalliques fins, la position d'équilibre change sans cesse. Mais ici la force de torsion est proportionnelle au sinus et non plus à l'angle lui-même, ce qui est moins commode; par suite on ne peut employer des torsions supérieures à 90°. Dans les électromètres, on se contente ordinairement de produire de très petites déviations, et l'on peut alors ad-

mettre que la force de torsion est proportionnelle à l'angle lui-même.

Les suspensions bifilaires sont faites d'un fil de cocon attaché à l'aiguille par ses deux bouts et passant à la partie supérieure sur une poulie; on peut aussi le fixer à la partie supérieure sur un treuil qui permet de faire varier la longueur; l'aiguille est munie d'un crochet qui s'attache à la boucle inférieure. On modifie facilement la sensibilité en faisant varier les distances *a* et *b*. L'électrodynamomètre de Weber (Voy. ce mot) présente une suspension bi

BIJOUX ÉLECTRIQUES.

Bijoux animés. — M. Trouvé a constr bijoux dans lesquels l'électricité est em pour produire à volonté certains mouv périodiques. Un oiseau placé dans les che met à battre des ailes (fig. 99), une tête d servant d'épingle de cravate commence à des dents et à rouler des yeux étincelant que la personne qui porte ces bijoux y f ser le courant d'une petite pile placée d

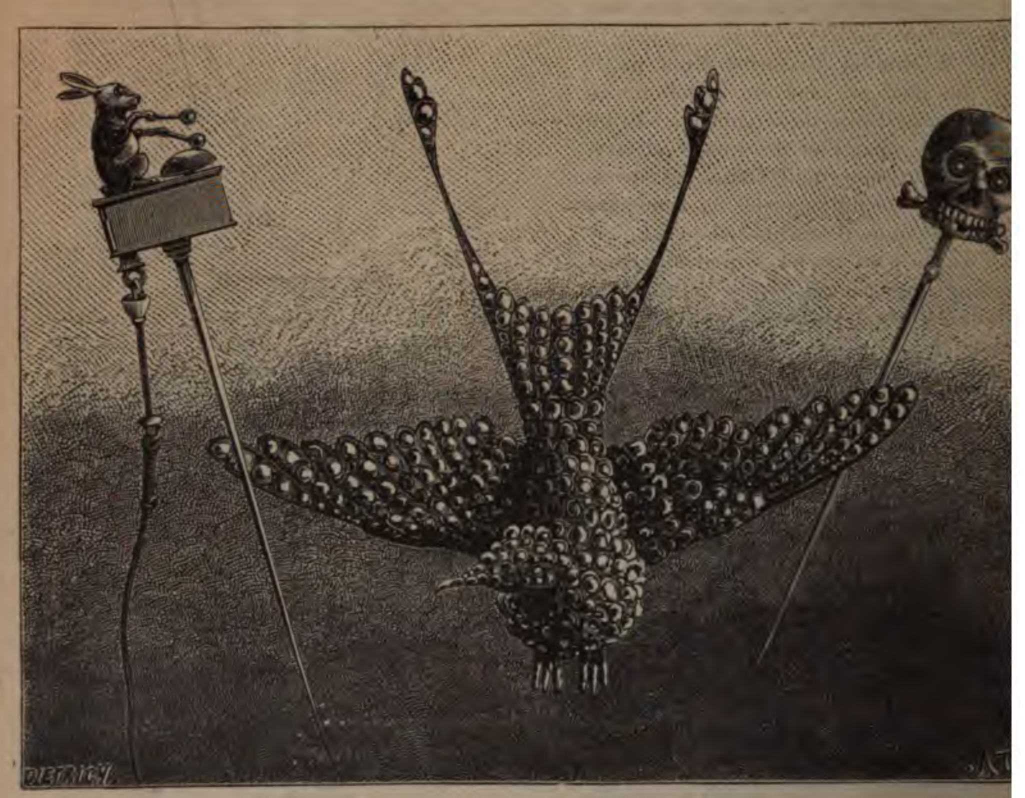


Fig. 99. — Bijoux animés.

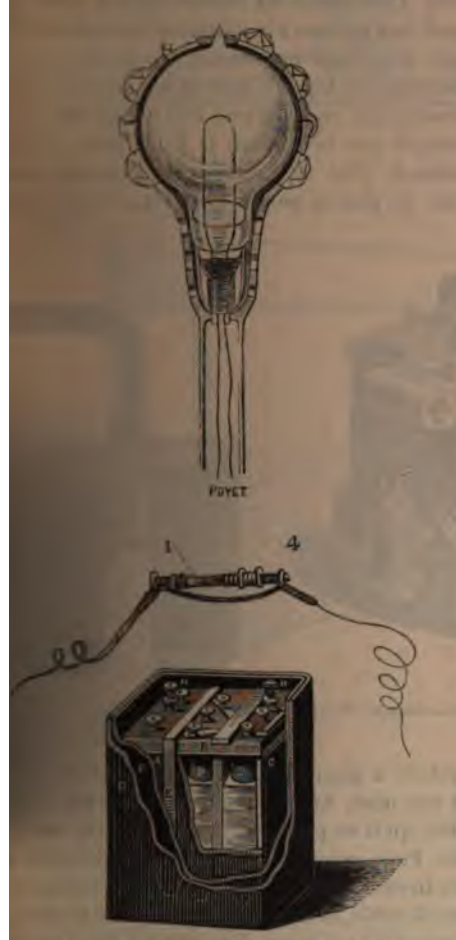
poche. La pile qui sert à cet usage est celle que nous décrivons ci-dessous.

Bijoux lumineux. — Plusieurs inventeurs, notamment M. Trouvé, ont appliqué les lampes électriques à l'éclairage des bijoux. Une petite lampe à incandescence à filament de charbon, dont les dimensions peuvent être très réduites, est entourée de prismes de diverses couleurs, taillés à facettes, de manière à produire sur les rayons lumineux qui les traversent des jeux de lumière du plus bel effet.

La figure 100 représente, en grandeur d'exécution, une épingle à cheveux lumineuse avec sa pile. De la petite lampe partent deux f se dissimulent dans les cheveux et les ments, et vont rejoindre la pile destinée menter le petit appareil. Cette pile est petite pour qu'on puisse la cacher facil dans la poche. Elle est formée de très éléments au bichromate de potasse, co dans une auge d'ébonite à trois comparti qui est remplie aux deux tiers de la sol Les plaques de zinc et de charbon sont au couvercle, qui est également en ébo constitue, avec une feuille de caoutchou fermeture parfaitement étanche. Le to

posé dans une enveloppe double, en caout- u durci, dont les deux parties rentrent l'une s l'autre à la manière d'un porte-cigares. x boutons reçoivent les conducteurs.

n petit interrupteur placé dans le circuit met d'illuminer à volonté les bijoux. Il est mé d'un bâtonnet en métal terminé par deux ts, et coupé en deux parties inégales par section en ivoire. Les deux extrémités com- muniquent avec les deux pôles. Un petit manchon métallique glisse sur le bâtonnet; lorsqu'il est à une extrémité, et qu'il laisse à découvert la rondelle d'ivoire, le circuit est ouvert. Si on le pousse vers l'autre bout, il cache la rondelle, réunit les deux parties métalliques et établit le courant. Ce commutateur, long de quelques centimètres, n'est pas plus gros que l'une des branches d'une fourchette.



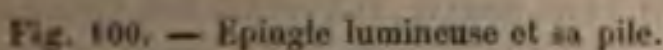


Fig. 100. — Épingle lumineuse et sa pile.



Fig. 101. — Danseuse parée de bijoux lumineux.

a durée de l'éclairage varie avec les dimen- s de la pile. Le modèle représenté peut ctionner vingt ou vingt-cinq minutes consé- ives; un autre modèle, plus volumineux, peut ner de la lumière pendant une heure en- on. Nous n'avons pas besoin d'ajouter qu'on rrait remplacer la pile par un petit accu- lateur qu'on chargerait d'avance.

es bijoux lumineux peuvent recevoir les mes les plus variées. C'est au théâtre que, jusqu'à présent, ils ont été le plus employés. La figure 101 représente une danseuse ornée de ces bijoux.

BLANCHIMENT ÉLECTRIQUE. — M. Hermite a imaginé un procédé de blanchiment fondé sur l'électrolyse d'une solution de chlorure de magnésium; les électrodes, qui sont en zinc, restent inattaquées; le chlorure est régénéré : la seule dépense est donc celle que nécessite le courant. La matière qu'on veut blanchir est

placée dans le bain qu'on agite constamment.

L'auteur explique la réaction de la manière suivante : l'électrolyse simultanée de l'eau et du chlorure de magnésium donne à l'électrode négative de l'hydrogène et du magnésium : ce dernier y décompose l'eau en formant de la magnésie et de l'hydrogène qui se dégage avec le premier. Le chlore et l'oxygène qui se portent à l'électrode positive se combinent en acide hypochlorique qui, en présence de la magnésie, forme du chlorite et du chlorate de magnésie. Ces deux sels sont électrolysés à leur tour, et leurs acides, mis en liberté, cèdent de l'oxygène à la matière organique et donnent de l'acide chlorhydrique, qui attaque la magnésie pour régénérer le chlorure de magnésium. Le liquide arrive dans chaque électrolyseur (fig. 102) par un tube percé de trous situé à la partie férieure et sort par une gouttière qui l'entou Les électrodes négatives sont des disques zinc réunis en quantité et montés sur deux bres qui tournent lentement. Entre chaque pa de disques sont placées les anodes, formées de la toile de platine tendue sur un cadre d' bonite, et reliées par des lames de plomb une barre de cuivre, disposée au-dessus de cuve. Une anode est représentée à part. La gure 103 montre l'installation du procédé He mite dans une papeterie; A est une cuve q distribue le liquide aux électrolyseurs B, a tionnés par une dynamo C. Le liquide se re ensuite par le conduit D à la pile blanch seuse E, d'où le tambour F l'envoie dans cuve G; puis la pompe centrifuge H le remon

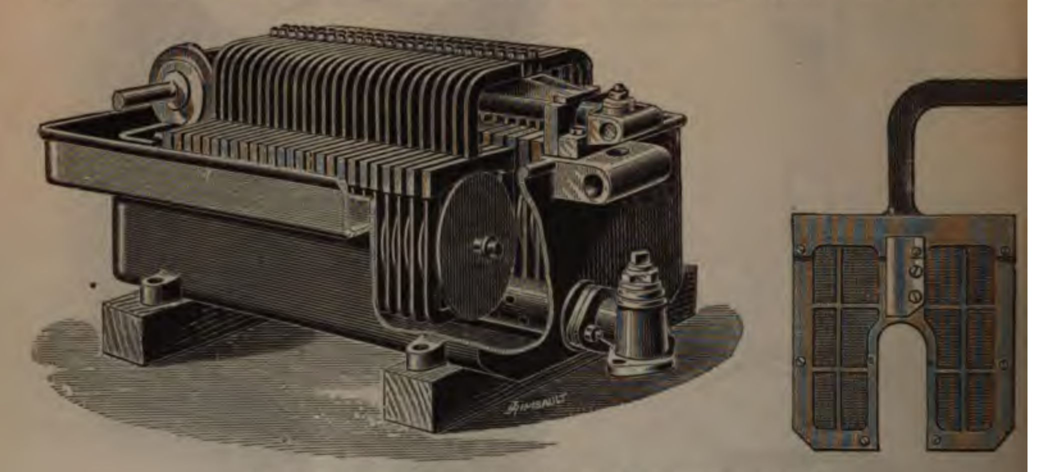


Fig. 102. — Appareil de blanchiment électro-chimique (Paterson et Cooper).

dans la cuve A. J et I représentent le presse-pâte et sa cuve; la pompe K ramène à la cuve A le liquide provenant de cet appareil.

M. Stépanoff a imaginé récemment un procédé de blanchiment électrolytique un peu différent. Au lieu du chlorure de magnésium, très rare en Russie, il prend une solution de sel marin. Une pompe hydraulique refoule ce liquide dans des électrolyseurs, où il est soumis à l'action du courant d'une dynamo. L'électrolyseur est formé d'une caisse partagée en dix compartiments, qui communiquent entre eux et qui renferment les électrodes en platine et en plomb. La dissolution peut être amenée à contenir 1,6 p. 100 de chlore; mais, en raison des conditions économiques, il est préférable de s'arrêter à 0,7 p. 100.

BLOCK-CIBLE. — Appareil servant à préserver les marqueurs dans les tirs, comme le block-system a pour effet de protéger les trains; là son nom. Le marqueur est enfermé dans abri, qu'il ne peut ouvrir que si le tir est int dit. Pour cela, il est en communication av les tireurs par des sonneries indépendantes block-cible, et n'exigeant qu'un seul fil de lig Lorsqu'il veut sortir, il avertit les tireurs par double coup de sonnette : ceux-ci répond par un seul coup, après avoir agi sur une bo d'enclenchement qui fait apparaître un voy rouge empêchant le tir, et dans l'abri un voy blanc; le marqueur est ainsi doublement av qu'il peut sortir; il n'a plus qu'à agir sur boîte d'enclenchement qui commande la p de l'abri. S'il essayait d'ouvrir sa porte s prévenir les tireurs, le mécanisme ne pour pas obéir.

BLOCK-SYSTEM. — Système d'exploitati des chemins de fer qui consiste à diviser la v

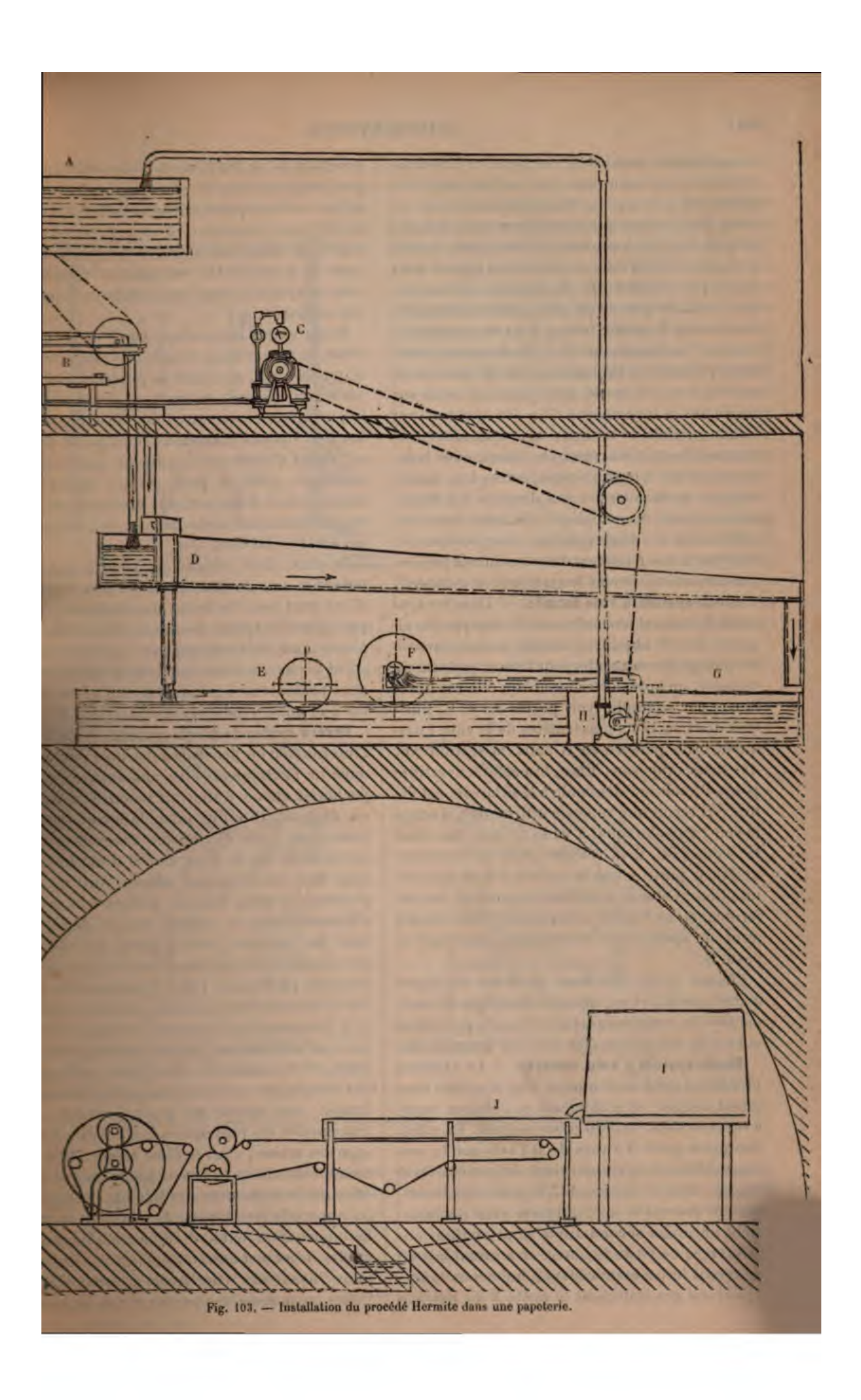


Fig. 103. — Installation du procédé Hermite dans une papeterie.

en un certain nombre de sections, et à ne laisser entrer un train dans une section que lorsqu'on est sûr que le train précédent en est sorti. Une section qui contient un train est dite *bloquée*. Le block-system a donc pour but de remplacer l'intervalle de temps qui sépare deux trains par un intervalle de distance, ce qui permet de faire passer un plus grand nombre de trains dans le même temps, tout en donnant la sécurité indispensable. Le block-system n'est appliqué que sur les lignes où la circulation est assez active; il n'existe donc pas en général sur les lignes à voie unique. Il a été imaginé par Cooke en 1842, et réalisé d'abord au moyen de disques destinés à arrêter les trains, et de communications télégraphiques entre les agents chargés de manœuvrer ces disques. Le block-system peut être appliqué de deux manières différentes. En Angleterre on se sert surtout du système à *voie fermée*, et dans les autres pays on préfère ordinairement le système à *voie ouverte*.

Block-system à voie fermée. — Dans ce système, la voie est normalement fermée par des signaux d'arrêt absolu, et chaque poste n'ouvre la section qu'il commande, pour laisser un train s'y engager, qu'après s'être assuré qu'elle est libre. Soient par exemple trois postes A, B, C, limitant deux sections consécutives de la voie. Lorsqu'un train pénètre en A dans la section AB, que nous supposons libre, le poste A avertit le poste B; celui-ci demande à C si la voie est libre. S'il reçoit une réponse affirmative, il ouvre la voie; puis, lorsqu'il a vu le train entrer dans la section BC, il la referme pour le couvrir et avertit le poste A que la section AB est redevenue libre. Celui-ci maintient cependant la voie fermée, et ne l'ouvre à l'approche d'un second train qu'après avoir de nouveau interrogé le poste B.

Chaque poste doit donc posséder un signal d'arrêt absolu, et un appareil électrique lui permettant de communiquer avec le poste précédent et avec le suivant, et d'en recevoir une réponse.

Block-system à voie ouverte. — Le système précédent peut évidemment être simplifié sans grand danger, en n'obligeant pas chaque poste à recevoir deux avis du poste suivant. En effet, lorsque le poste A a reçu de B l'avis que la section est libre, le train qui vient de passer s'étant engagé dans la section BC, il peut sans inconvénient rouvrir la voie, qui reste ainsi normalement libre. Un second train se présentant ensuite en A, ce poste le couvre en fermant la voie et avertit le poste précédent; en même temps il prévient généralement le poste B du passage prochain de ce train, mais cette conditi pas indispensable. De même, lorsque arrive en B, ce poste ferme la voie derri et débloque la section AB en prévenant rouvre la voie; en outre, il avertit gé ment le poste C. On voit que ce systè plus simple et donne généralement un rité suffisante.

Remarquons cependant que, dans tème, la voie n'étant fermée que par exc il importe que, si ce fait se présente, le nicien qui conduit un train en soit ave le plus grand soin. Aussi double-t-on l bre des signaux d'arrêt. Chaque poste un signal d'arrêt absolu, disque ou éle maphore, placé au poste même, et un avancé placé à une certaine distance en et manœuvré du poste même. Le méc est ainsi averti deux fois.

De plus, il est évident que chaque po posséder en double l'installation co d'une part pour les trains descendants, part pour les trains montants. Enfin les placés aux bifurcations, aux gares, point où se croisent un certain nombr gnes présentent des installations plus c tes que nous n'indiquerons pas.

Divers modes de block-system. —En l'interdiction de pénétrer dans une sect quée ne peut jamais être absolue, ce pêcherait même d'aller au secours d'u en détresse. Il suffit qu'en laissant en train dans cette section on l'avertisse est bloquée. De là deux modes d'exploi dans l'un (block-system absolu) on n pénétrer le train dans la section bloq s'il s'est écoulé un certain temps dep trée du premier; dans l'autre (block permissif), l'entrée d'une section bloq toujours permise, et l'on se contente d nir le mécanicien par un signal conven

A l'origine, les signaux optiques sant au mécanicien étaient manœuvr main, et les appareils électriques, anal des télégraphes très simples, permetta lement aux agents des postes voisin transmettre les renseignements relatifs sage des trains; c'est le *block simple*. M mens et Halske ont cherché les premier effectuer la manœuvre des signaux opti les appareils électriques, de manière les suites d'un oubli ou d'une néglige gardes (*block and interlocking-system*). E tains inventeurs cherchent à faire toutes les manœuvres par les train

où ils passent d'une section dans l'autre. Ce système de *block automatique* n'est pas encore entré sérieusement dans la pratique.

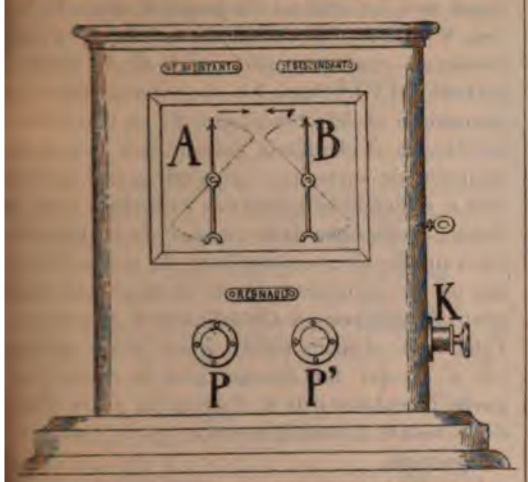


Fig. 104. — Vue extérieure d'un indicateur Regnault.

Appareil Regnault. — L'appareil Regnault, employé par la compagnie de l'Ouest, est un exemple de block simple; les signaux optiques étaient d'abord indépendants des appareils électriques.

Dans ce système, chaque poste intermédiaire possède deux appareils semblables à celui de la figure 104, reliés l'un au poste de gauche, l'autre à celui de droite; le premier sert pour les deux voies de la section de gauche, l'autre pour les deux voies de celle de droite. Les postes terminus n'en ont qu'un. Chaque appareil porte deux aiguilles A et B, verticales au repos, et pouvant s'incliner d'un angle notable dans le sens de la marche du train : l'une A annonce au poste qu'un train a pénétré dans la section précédente ; c'est l'*aiguille indicatrice;* l'autre, qui est l'*aiguille réceptrice*, fait savoir que le signal envoyé au poste suivant a été reçu. L'appareil porte en outre deux boutons ou poussoirs PP' destinés, l'un à lancer le courant pour avertir le poste suivant qu'un train est entré dans la section intermédiaire, l'autre pour débloquer la section précédente en ramenant au zéro l'aiguille indicatrice de l'appareil et celle du poste précédent, et un bouton latéral K dont nous verrons plus loin l'usage.

Considérons deux postes successifs (fig. 105),

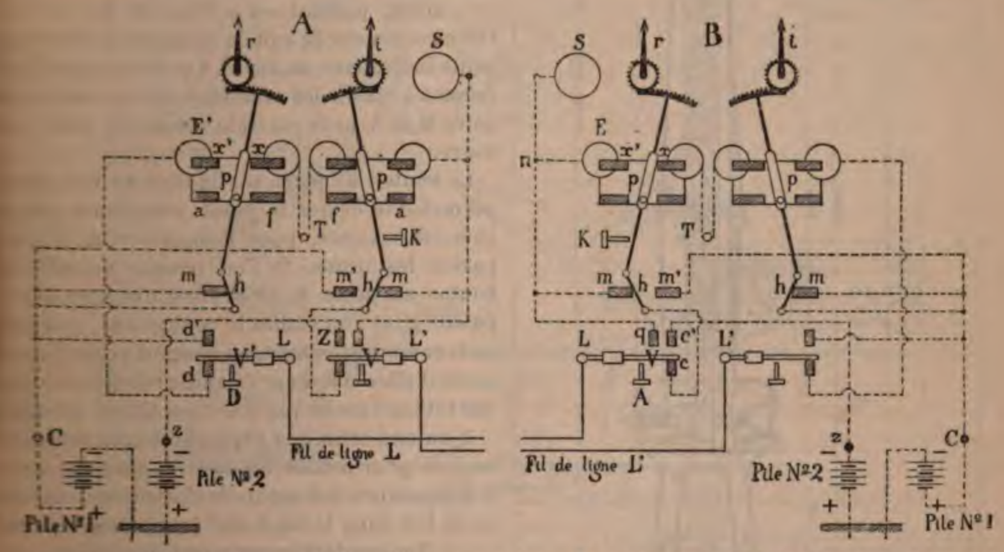


Fig. 105. — Schéma de deux appareils Regnault en correspondance. (D'après un dessin communiqué par M. G. Dumont.)

et voyons comment se fait cette transmission de signaux. CC, ZZ représentent les pôles positifs et négatifs des piles, reliées à la terre d'autre part. Chaque aiguille *i* ou *r* est fixée à un pignon denté, qui engrène avec un secteur placé à l'extrémité d'une palette de fer doux *p*. Cette palette est fixée par son pivot à un aimant *af* qui agit sur elle par influence ; cet aimant se relève verticalement et porte un électro-aimant E ou E', à deux bobines horizontales, et deux petites pièces *x x'*, qui sont aimantées de sign contraires. Au repos, la palette s'appuie su la pièce dont l'aimantation est contraire à sienne.

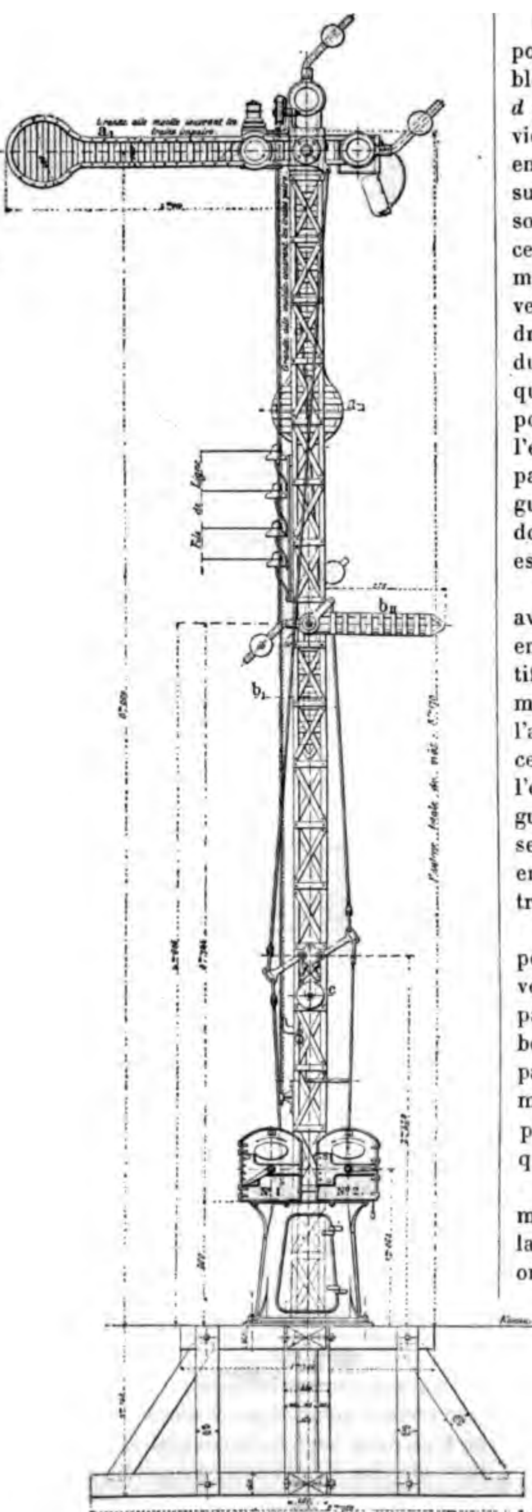


Fig. 106. — Electro-sémaphore, système Lartigue. (D'après un dessin communiqué par M. G. Dumont.)

Lorsqu'un train passe en A allant ver poste A manœuvre les signaux optique bloquer la section AB, puis il pousse le l *d* qui met en contact la borne *d'* avec vier V' et ferme le circuit de la pile n envoie un courant positif par le fil de suivant C*d*'V'LV*chmn*. Là, il se divise e sonnerie S et l'électro-aimant E; en tra cet électro, il change la polarité des pié mantées, de sorte que la palette *p* est vers *x'* et l'aiguille indicatrice *r* s'incline droite, c'est-à-dire dans le sens de la r du train. Ce mouvement ferme le conta qui permet au courant positif de la pile r poste B de traverser C*m'hc*VLV'*d* et d'ar l'électro E', dont la palette *p* est alors par *x'*, ce qui fait tourner vers la droi guille réceptrice *r* de A. L'agent du post donc assuré automatiquement que celi est prévenu.

Lorsque le train passe en B, le garde, avoir bloqué la section suivante, déblo en appuyant sur le bouton A. Le couran tif de *z* traverse alors *zc*'VLV'*d* et polari mature de E' en sens contraire, ce qui r l'aiguille réceptrice au zéro; une dérival ce courant, passant en *zc*'V*qn*, et de l l'électro-aimant E, agit de même et ramè guille indicatrice au repos. Les deux aig servent à établir les communicatious ana entre B et A pour un train allant en se traire.

Le bouton K, placé sur le côté de l'ap permet d'informer le poste précédent voie est occupée, pour l'empêcher de passer les trains. Si l'on pousse en e bouton au poste B, on déplace directen palette *p*, et l'on établit le contact *hm'*, q met, comme plus haut, au courant positi poste d'aller actionner l'aiguille réceptri qui est ainsi averti que la section AB est o

Ajoutons enfin que l'appareil Regnaul modifié pour mettre les signaux optique la dépendance des appareils électriques, on le fait dans le *block and interlocking* Nous ne décrirons pas cette nouvell sition, qui contient d'ailleurs les pièces essentielles.

Électro-sémaphores Lartigue. · électro-sémaphores du système L appartiennent au block and interl system, c est-à-dire que les signa tiques sont dans la dépendance de reils électriques. Ils sont employ les compagnies du Nord et de l'

compagnie d'Orléans a également adopté ce système, mais après l'avoir modifié.

Chaque poste intermédiaire possède un électro-sémaphore (fig. 106) formé d'un mât en fer de 6, 8 ou 12 mètres de hauteur, portant à la partie supérieure deux grandes ailes rouges a_1 et a_2, et vers le milieu deux petites ailes jaunes b_1 et b_2. Les premières s'adressent aux trains circulant

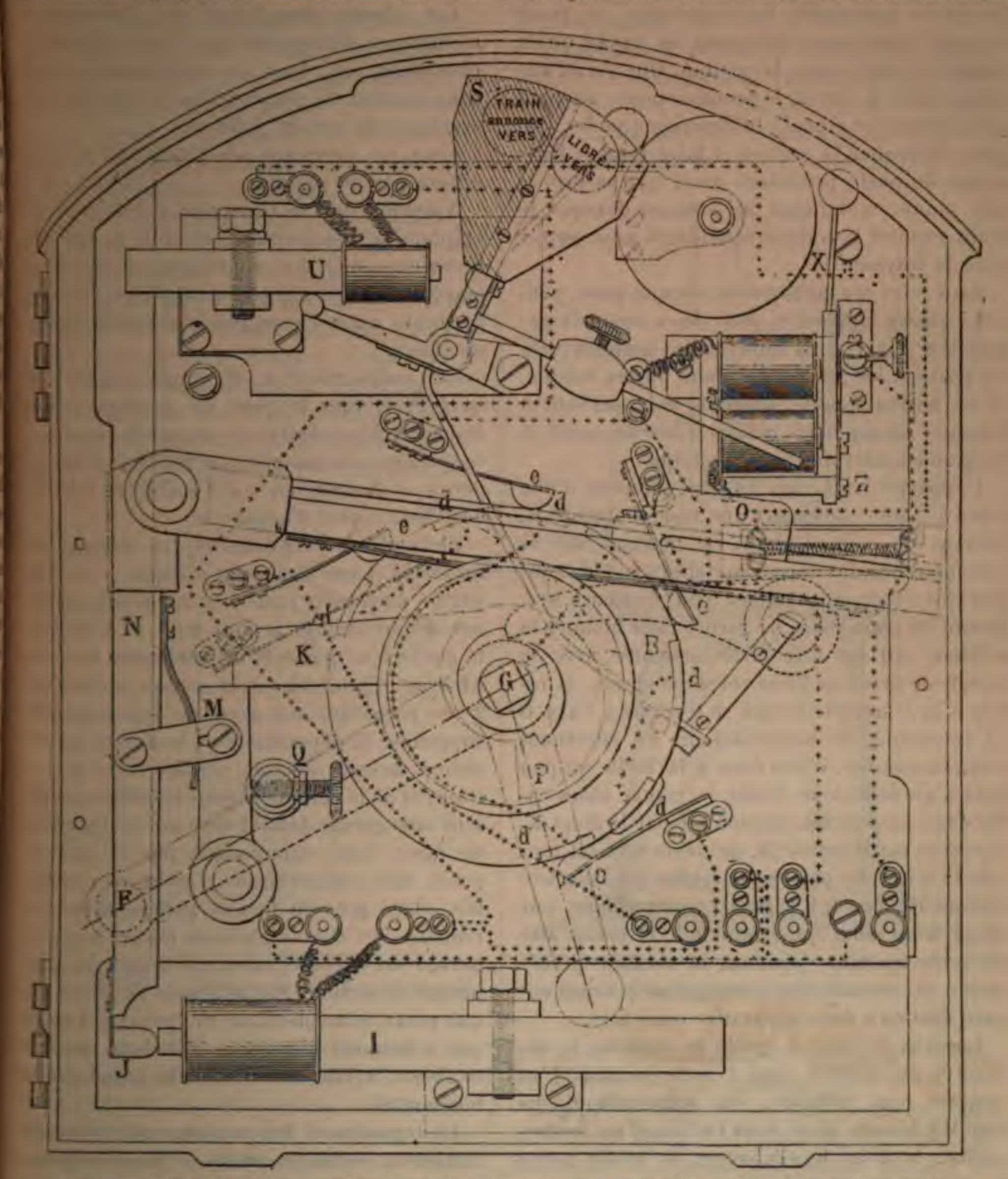


Fig. 107. — Vue intérieure de l'appareil n° 1, porte et croisillons enlevés : grande aile apparente ; appareil enclenché. (D'après un dessin communiqué par M. G. Dumont.)

sur les deux voies ; le mécanicien qui voit à la gauche du poteau une aile rouge étendue horizontalement est averti que la voie est fermée. Pour éviter toute confusion, l'autre face de l'aile est peinte en blanc ; elle n'a aucune signification. Les ailes jaunes servent seulement à avertir l'agent du poste qu'un train est entré dans la section précédente ; il y en a une pour chaque voie. Une lanterne, munie de réflecteurs, sert à éclairer pendant la nuit les ailes a et b. L'arrêt est indiqué par un double feu rouge et vert.

Lorsqu'un train franchit un poste, le garde

met à l'arrêt l'aile rouge correspondante, pour bloquer la section. Cette opération se fait à l'aide d'une série de leviers qui commandent les ailes *u*, sans que l'électricité intervienne; mais la même manœuvre fait apparaître au poste suivant l'aile jaune indiquant au garde qu'un train est entré dans la section. Une fois l'aile rouge mise à l'arrêt, le premier poste ne peut plus enlever ce signal; le deuxième poste seul peut débloquer la section et faire tomber l'aile rouge du poste précédent ainsi que sa propre aile jaune, en lançant un courant lorsque le train a quitté la section considérée pour entrer dans la suivante.

Pour faire ces manœuvres, chaque poste possède quatre appareils, dont deux nommés *appareils n° 1*, servant à mouvoir les grandes ailes du poste et les petites des deux postes voisins, et les autres appelés *appareils n° 2*, servant à ramener au repos les petites ailes du poste et les grandes ailes des postes voisins.

L'appareil n° 1 (fig. 107) se compose d'une boîte de fonte contenant une roue d'ébonite B, servant de commutateur, et portant sur sa circonférence des pièces métalliques *ddd*... qui peuvent venir au contact des frotteurs *eee*. Quand un train passe, le garde, pour bloquer la section, agit sur une bielle articulée avec la tringle de tirage de l'aile correspondante, et reliée à la manivelle F, qui se termine à l'axe G et commande le commutateur. En effectuant cette manœuvre, il fait faire à la bielle un peu plus d'un demi-tour. L'aile se trouve alors calée dans sa position horizontale par le doigt K, reposant sur le butoir M, qui reste vertical tant que le levier J à palette est retenu par l'électro-aimant Hughes I. L'appareil communique par un fil avec celui qui commande la petite aile du poste suivant; pendant la rotation précédente, le commutateur a envoyé un courant négatif destiné à faire apparaître cette aile.

Lorsque le train a quitté la section, le second poste envoie dans l'électro-aimant I un courant qui affaiblit son aimantation. La tige MN bascule alors sous l'action d'un contrepoids, le doigt K s'échappe, la bielle active sa révolution, et l'aile est ramenée par la pesanteur à la position verticale. Pendant ce temps, une came en limaçon a ramené la palette J au contact de l'électro, et le butoir M, ayant repris sa position, est prêt à arrêter de nouveau le doigt K.

Pendant la seconde partie de la rotation, le commutateur donne un courant positif qui vient renforcer l'électro-aimant Hughes U, dont l'attraction fait apparaître le voyai frapper un coup sur un timbre voisin.

Les postes terminus n'ont qu'une grande une petite, et un seul appareil de chaque e

Les électro-sémaphores ont l'avanta n'employer l'électricité que pour affaib électro-aimant; tous les mouvements s sous l'action de contre-poids, ce qui doi système une grande solidité.

Nous ne décrirons pas l'appareil n° diffère peu du premier.

Ajoutons que la Compagnie d'Orléan emploie le block-system absolu, a fait à ces appareils des modifications destii empêcher que le signal d'arrêt puisse être par toute autre cause que la manœuvre mentaire.

La Compagnie P.-L.-M. employait les reils Tyer, dans lesquels les signaux oj étaient indépendants des appareils électi ce système a été complété par MM. Jousselii peron et Rodary, en vue d'établir la soli des deux ordres d'appareils.

Enclenchement des boîtes électro-sémaph entre elles et avec le disque à distance. — La pagnie du Nord a joint aux appareils La une disposition qui a pour but : 1° d'em le garde d'un poste B de débloquer la s AB avant d'avoir bloqué la section suivan 2° de permettre aux gares de dépassem supprimer la dépendance de la section q cède et de celle qui suit, lorsque l'on a g train, et de la conserver pour les trains q sent sans garage dans la station; 3° d'em de faire cette suppression par le gar poste, sans l'intervention d'un agent res ble, placé près du lieu de garage, et en remettre les choses en l'état initial, lors garage est effectué, en même temps qu' bloque la section. Sur le réseau du Nor que poste sémaphorique est pourvu d'u que à distance: l'appareil doit donc ma ce disque à l'arrêt, tant que la grande a horizontale.

La dépendance des sections est obten l'addition, entre les boîtes de manœuvr grande et de la petite aile, d'une boîte nant un enclenchement électrique qui éta supprime la solidarité entre les axes de manivelles, de manière qu'on ne peut t l'une si l'on n'a pas préalablement l'autre.

M. Eugène Sartiaux a réalisé la solidarit la grande aile du sémaphore, le petit bra disque à distance par l'addition d'une s

que K (fig. 108), reliée au levier L du et d'un appareil supplémentaire ajouté appareil F d'enclenchement installé entre tes de manœuvre.

rain étant annoncé par la chute du petit il est impossible de faire disparaître ce t de débloquer la section qui renferme le sans avoir d'abord bloqué la section sui- en rendant la grande aile horizontale, uvre qu'on ne peut effectuer sans avoir l'arrêt le disque à distance.

mise à l'arrêt du disque fait fonctionner rure adaptée au levier et envoie un cou- dans l'appareil d'enclenchement de la aile, qui peut alors être levée à l'arrêt. u'elle reste dans cette position, il est im- le au garde de remettre le disque à voie c'est seulement quand la grande aile , déclenchée par le poste suivant, que la e est dégagée et qu'il est possible de ra- le levier du disque à la position normale.

Si le train ne doit pas dépasser le poste, soit pour s'arrêter, soit pour se garer dans une station, la dépendance est supprimée, après que le garage est effectué, par l'agent qui commande cette opération.

A cet effet, il envoie, à l'aide d'un commutateur, un courant dans l'électro-aimant de la boîte F, ce qui produit exactement les mêmes effets que la manœuvre de la grande aile, c'est-à-dire que le garde peut dès lors débloquer la

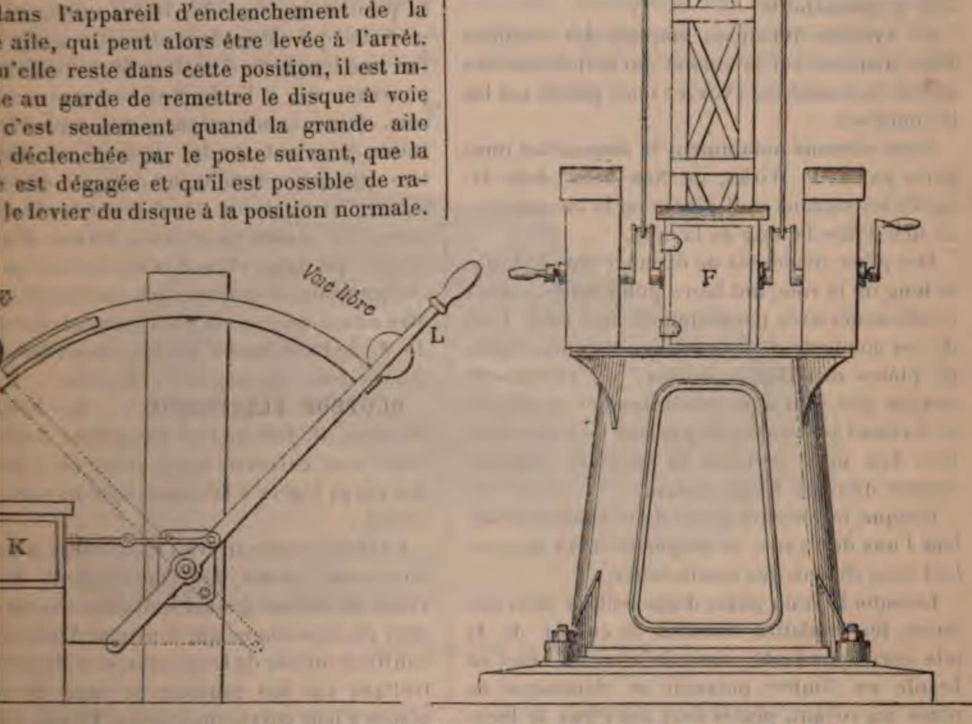


Fig. 108. — Enclenchement des boîtes entre elles et avec le disque à distance. (Chemin de fer du Nord.)

n en arrière, sans bloquer la section en Les appareils sont en outre ramenés à leur on normale, avec dépendance des sections. dant qu'on manœuvre le commutateur age, une sonnerie tinte au poste séma- que. L'appareil d'enclenchement F con- en outre un dispositif qui permet de le à un *répétiteur* d'électro-sémaphore.

titeurs d'électro-sémaphores. — Dans les d'une certaine étendue, où l'électro-sé- re n'est pas à la portée de tous les agents t besoin d'être prévenus de l'arrivée des on peut installer un appareil qui répète ications du petit bras. La même disposi- tion peut être installée aux passages à niveau qui n'ont pas de sémaphores.

L'appareil consiste en une boîte de fonte renfermant deux électro-aimants Hughes, qui maintiennent chacun une palette portant un voyant légèrement incliné dans le sens de sa chute ; chaque électro correspond à une des deux directions. Lorsque le garde du poste précédent abaisse sa grande aile pour bloquer la section, il fait tomber le petit bras de la stat considérée et envoie en même temps un c rant dans l'électro correspondant du rép teur. Celui-ci s'affaiblit, sa palette tombe son propre poids et le voyant apparaît. En to

bant, la tige du voyant ferme un circuit qui contient une pile locale et la sonnerie trembleuse de la direction. Cette sonnerie tinte jusqu'à ce qu'on relève le voyant. Les sonneries des diverses directions ont des timbres différents. En 1889, vingt répétiteurs étaient en service sur le réseau du Nord.

Block-system automatique. — Certains inventeurs ont cherché à faire effectuer par les trains eux-mêmes toutes les manœuvres, ou au moins la plupart d'entre elles, de manière à rendre inutile la présence des gardes ou au moins à diminuer dans une grande proportion leur responsabilité.

Le système Ducousso emploie des contacts fixes disposés sur la voie et qui actionnent des *sifflets électromoteurs* (Voy. ce mot) placés sur les locomotives.

Nous citerons notamment la disposition imaginée par J.-P. Wirks, de New-York, dans laquelle les signaux sont placés sur la locomotive, au lieu d'être le long de la voie.

Des piles, disposées de distance en distance le long de la voie, ont leurs pôles reliés à deux conducteurs fixés parallèlement aux rails. L'un de ces conducteurs est continu, et l'autre formé de pièces métalliques isolées; les circuits de chaque pile sont donc généralement ouverts et se ferment seulement au passage de la locomotive. Les piles divisent la ligne en sections comme dans un Block-system.

Chaque locomotive porte deux roulettes isolées l'une de l'autre, et respectivement en contact avec chacun des conducteurs.

Lorsque le train passe d'une section dans une autre, les roulettes ferment le circuit de la pile correspondante, dont le courant met en branle un timbre puissant et démasque en outre un voyant, placés tous deux sur la locomotive. Si un deuxième train suit à quelque distance, le mécanicien qui le conduit est averti par ces deux signaux du voisinage du premier.

M. E. de Baillehache a imaginé un block-system automatique très simple, qui consiste dans l'installation d'un fil unique placé au-dessus de la voie, à une hauteur de 2,33 m. et soutenu tous les 25 mètres en ligne droite, tous les 12 mètres en ligne courbe, par des isolateurs placés à l'extrémité de potences greffées sur les potelets. Chaque train est muni d'une brosse circulaire assez large, fixée à la partie latérale supérieure du fourgon du chef de train.

Cette brosse est reliée à un appareil télégraphique placé dans le fourgon, et le retour se fait par la terre. Cette disposition permet d'établir très facilement une communicatio graphique, soit entre deux trains en r soit entre un train et une station. Si l'‹ élever davantage le fil aux passages à pour éviter les ruptures, on place sur l deux brosses assez écartées pour qu'il ; toujours au moins une en contact.

Le fil ainsi établi au-dessus de la vo être divisé en un certain nombre de s indépendantes, reliées aux différente: d'un tableau indicateur placé dans principale la plus voisine. On pourra a cette gare, connaître à un moment que! la position de tous les trains engagés sections qui dépendent de cette gare fait une longueur d'environ 60 kilomètı pourra aussi, à l'aide d'un commutateı rois, faire communiquer ensemble t trains circulant sur les diverses sectio lées. On pourra enfin, de ce poste env‹ signal d'arrêt absolu à la fois sur toutes tions. Ce signal peut être formé d'ı disque qui apparaît sur la locomotive n chaque train, et qui, une fois enclenché, être effacé que par le poste central. Le : de M. de Baillehache, tout en étant fort assure donc une sécurité complète.

BLUTEUR ÉLECTRIQUE. — Le blu Thomas, B. Osborne et Kingsland Smi sente une curieuse application de l'at des corps légers à la séparation du son farine.

La farine brute arrive à l'extrémité d'ı horizontal animé d'un mouvement d‹ vient, au-dessus duquel sont disposés de dres en caoutchouc qui tournent d'une ı continue autour de leurs axes, et s'électr frottant sur des coussins de peau de placés à leur partie supérieure. Le son e par ces cylindres à cause de sa légèreté que la farine traverse le tamis; il est arı les coussins et retombe dans des goutti rallèles aux cylindres et dans lesquell‹ recueilli.

Un appareil muni de vingt-quatre cy n'occupant pas plus de 2 mètres carrés tionnant avec une force d'un demi-chev bluter, paraît-il, 200 à 300 kilogramme rine par heure, suivant la qualité. Cet in appareil évite les inconvénients des ordinaires : perte dans l'atmosphère d'ı tie du son; production d'une atmosph pure, sans doute nuisible aux ouvri capable de détoner facilement au conta flamme.

BOBINE D'INDUCTION DE RUHMKORFF. — La bobine de Ruhmkorff est en quelque sorte le plus ancien des transformateurs, mais, à l'inverse des transformateurs actuels, elle donne naissance, par les interruptions d'un courant primaire de grande intensité et de force électromotrice faible, à des courants induits de faible intensité, mais de force électromotrice assez élevée pour donner des étincelles et reproduire les effets ordinaires des machines électrostatiques.

Principe de la bobine. — La première bobine de ce genre, construite par Masson et Bréguet, a reçu depuis bien des perfectionnements. En principe, elle reproduit l'appareil à double bobine, qui sert à vérifier les lois de l'induction (voy. ce mot). Le courant primaire, fréquemment interrompu, traverse une bobine intérieure à fil gros et court, entourée d'une bobine induite B (fig. 109) dont le fil très fin a souvent plusieurs kilomètres de longueur; les différentes spires doivent être parfaitement isolées. Les extrémités de ce fil aboutissent à des bornes auxquelles on attache des rhéophores ii' destinés à recueillir le courant induit. Un noyau de fils de fer doux M, placé au centre de la bobine inductrice, en augmente les effets.

Cloisonnement. — Dans les appareils d'une certaine dimension (fig. 110), Poggendorff a imaginé de *cloisonner* la bobine induite, c'est-à-dire de disposer le fil induit en une série de

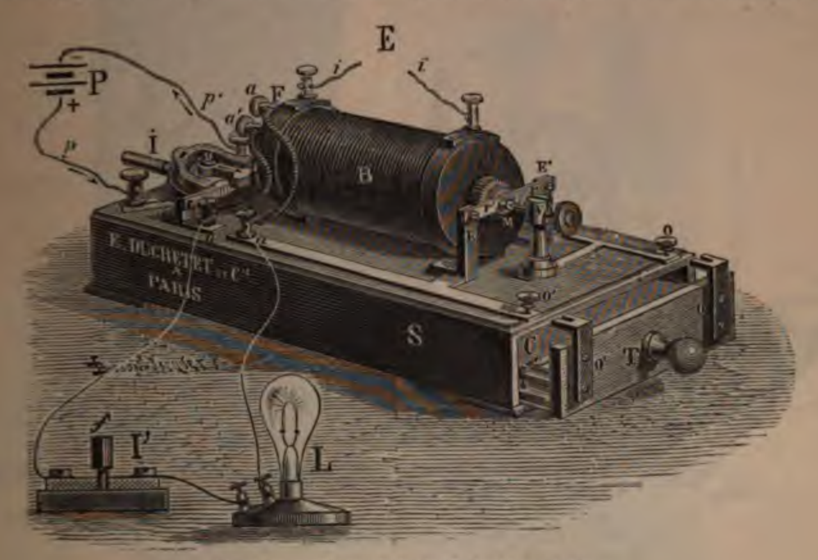


Fig. 109. — Bobine Ruhmkorff de démonstration.

bobines courtes, placées bout à bout, au lieu de l'enrouler par couches successives allant d'un bout à l'autre de l'appareil. On évite ainsi d'avoir entre deux spires en contact une différence de potentiel trop forte, ce qui pourrait percer la couche isolante.

Condensateur. — Fizeau a augmenté la puissance des bobines en reliant les deux extrémités du fil primaire aux deux armatures d'un *condensateur* C, formé de feuilles d'étain isolées par de la soie, et placé dans le socle de l'appareil (fig. 109). L'extra-courant de rupture s'écoule dans ce condensateur, et l'on a l'avantage de diminuer ainsi la différence de potentiel entre les deux points où se fait la rupture.

Interrupteur. — Enfin l'un des organes importants est l'*interrupteur*, qui doit rompre le circuit primaire à intervalles très rapprochés.

Pour les bobines de dimensions moyennes, on emploie généralement des dispositions dérivées du trembleur de Neef.

Ce trembleur a été modifié avantageusement en 1879 par M. Ducretet et par M. Marcel Deprez. La figure 109 représente le modèle Ducretet. Une lame vibrante rr', fixée par ses deux extrémités, porte en son milieu une plaque de fer doux, qui est attirée par le noyau de la bobine dès que le courant passe. Mais il se produit aussitôt une interruption entre la pointe de la vis V et la lame rr'; celle-ci est donc ramenée à sa position par son élasticité.

Pour les bobines plus fortes, on se sert de l'interrupteur à mercure de Foucault (fig. 110), qui est actionné par une pile spéciale formée

d'un ou deux éléments. Il se compose d'un électro-aimant M dont l'armature I est fixée au bout d'une tige horizontale IL, portant à l'autre extrémité deux pointes verticales de platine qui pénètrent dans des godets P contenant du mercure. La tige IL est portée par une tige flexible R, dont la durée d'oscillation peut être rendue plus ou moins rapide à l'aide d'un contre-poids qu'on fixe à la hauteur convenable. Le courant de la pile locale est amené par les fils CD à un commutateur de Ruhmkorff; il traverse le godet voisin de la tige R, les tiges L et R et l'électro-aimant. A l'état de repos, les pointes de platine affleurent le mercure sans y pénétrer. Si l'on pose le doigt sur l'extrémité L, on ferme le courant local; l'armature I est attirée par l'électro-aimant, la tige R s'incline de ce côté et le circuit est rompu à la surface du mercure. Alors l'élasticité de la tige R ramène la pointe dans le mercure, et, tant que le courant passe, l'action de l'électro-aimant entretient les oscillations de cette tige et produit des interruptions fréquentes. Le courant primaire de la pile est amené à un second commutateur par les fils EF; il traverse le second godet P et les tiges L et R; il est donc interrompu en même temps que le courant local à chaque vibration double de la tige R.

La bobine représentée figure 110 a un fil induit de 0,1 mm. de diamètre et de 100 kilomètres de longueur; elle donne des étincelles de 50 centimètres dans l'air et de plus de 10 mètres

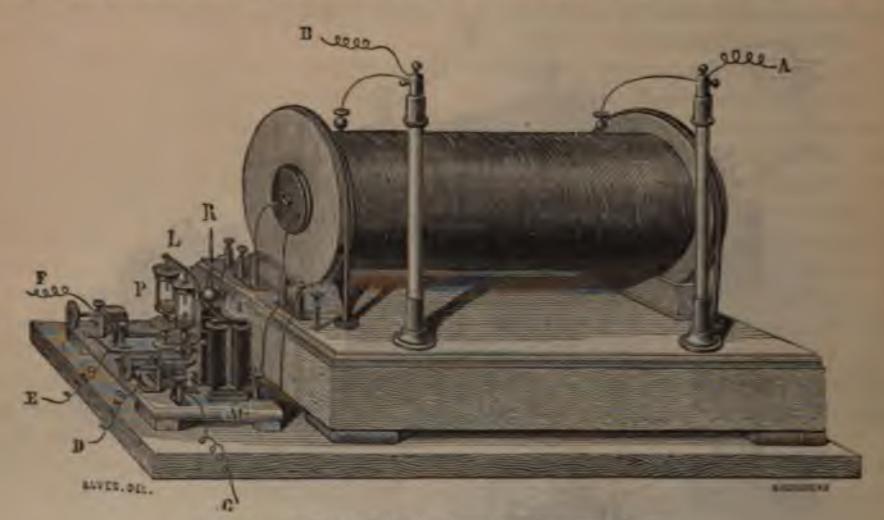


Fig. 110. — Bobine de Ruhmkorff avec interrupteur de Foucault.

dans l'air raréfié. La figure 109 permet de se rendre compte de la disposition des divers organes. Le courant de la pile P est amené aux bornes d'un commutateur I de Bertin; de là il passe par exemple aux bornes a', traverse la bobine inductrice, en sort par les bornes a, se rend à l'interrupteur rr', à la vis V et revient au commutateur I par une bande de cuivre que cache la bobine. Le condensateur C communique avec deux bandes métalliques qu'on fixe sous les bornes oo'.

La figure 111 représente une bobine construite en Angleterre par Apps et qui appartenait à Spottiswoode; c'est la plus grosse bobine qui existe. On voit qu'elle est à peu près de la hauteur d'un homme agenouillé. Son poids total est de 762 kilogrammes; sa longueur 1,22 m., son diamètre extérieur 0,508 m. Le noyau de fer doux pèse 30,5 kgr. Le circuit primaire est long de 546 mètres avec un diamètre de 2,5 mm. Le fil induit à 450,5 km. de longueur et 0,25 mm. environ de diamètre, faisant 341850 tours. Excitée par 30 éléments de Grove, elle donne des étincelles de 1,08 m.

Effets de la bobine. — La bobine de Ruhmkorff reproduit les effets des machines électrostatiques et des condensateurs: étincelles, inflammation, ruptures, combinaisons et décompositions chimiques.

Lorsqu'on réunit les deux pôles induits par un fil, il est parcouru par des courants alternatifs ayant une action nulle sur un galvanomètre.

Si on écarte les extrémités du fil pour avoir des étincelles, on constate que les courants directs traversent l'air plus facilement, et passent

…uls, si la distance est assez grande. Le …t se mesurer, comme pour les machines électrostatiques, par le temps nécessaire pour charger un condensateur.

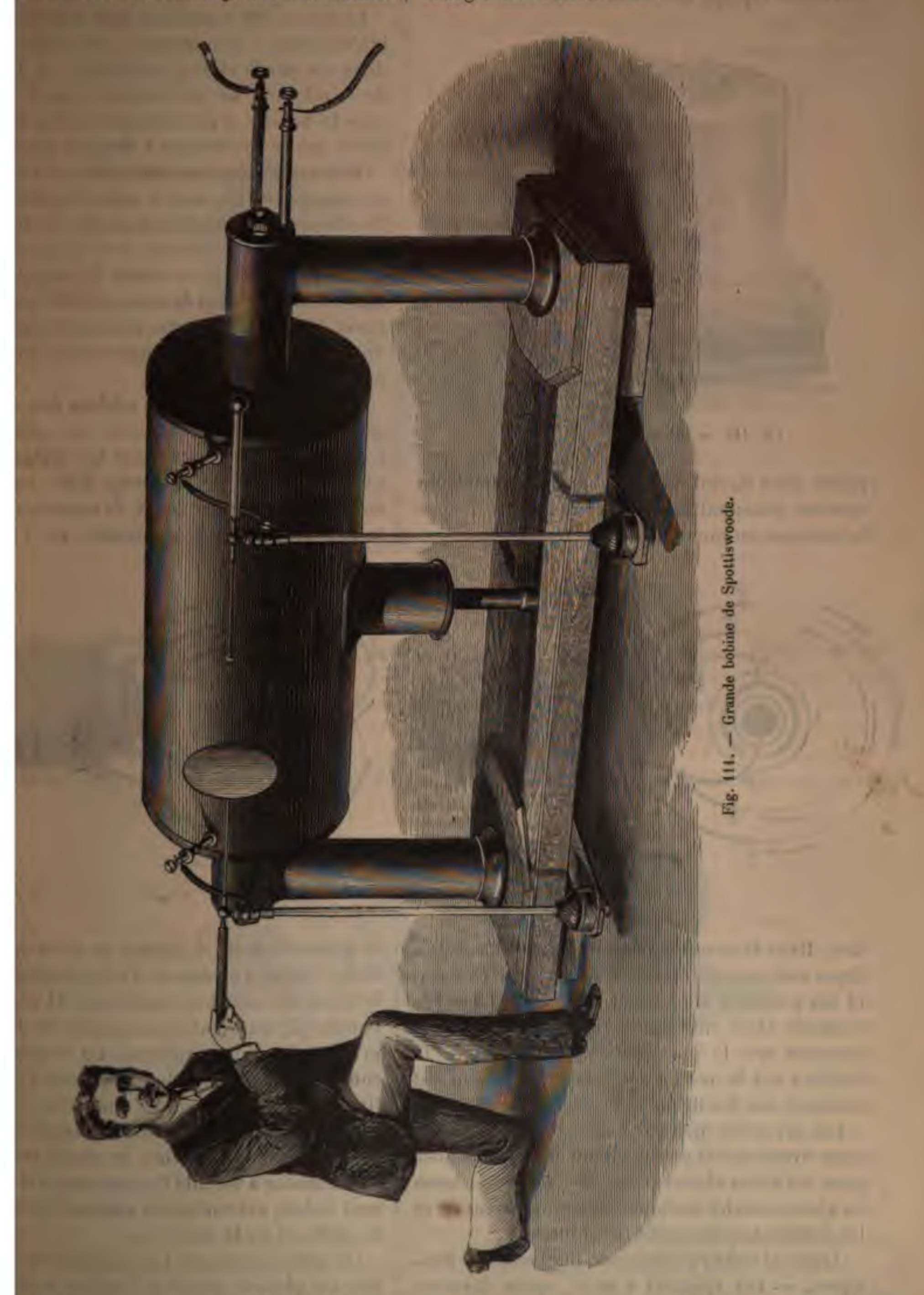


Fig. 111. — Grande bobine de Spottiswoode.

…signalerons encore une forme très pra… …de la bobine d'induction due à Pyke et …. L'axe de la bobine (fig. 112) est vertical, et l'interrupteur, dissimulé au centre, laisse voir à la partie supérieure ses parties mobiles, pour faciliter le réglage. Cet interrupteur, tout

à fait nouveau, est formé d'un marteau mis en vibrations rapides par un électro-aimant faisant



Fig. 112. — Bobine de Pyke et Barnett.

partie d'un circuit dérivé. L'un des contacts du courant principal, monté sur un ressort, frappe le marteau au moment de son recul.

Sous cette forme, la bobine est extr
transportable.

La figure 109 représente une applica
intéressante : une lampe à incandes
disposée sur le circuit inducteur, et l
de la pile, qui ne parviendrait pas à
sans la bobine, y parvient grâce aux e
rants qui se produisent à chaque inte

Bobines d'induction médicales. — On
en thérapeutique, sous le nom d'*appar*
faradiques, des modifications de la b
Ruhmkorff, qui doivent être dispos
qu'on puisse graduer à volonté l'intensit
rant induit. Certains de ces appareils pe
aussi de recueillir l'extra-courant du c
ducteur, soit avec le courant induit, soi
ment.

La figure 113 montre le schéma des
positions. Dans la première, on rec
courant induit en attachant les poig
extrémités P'N' de la bobine B'B', o
courant en les fixant en PN, de manière
le circuit inducteur au moment de l'

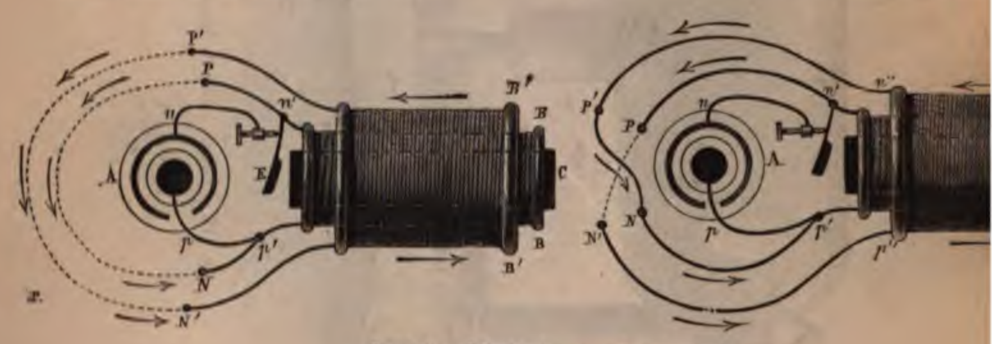


Fig. 113. — Principe des appareils volta-faradiques.

tion. Dans la seconde disposition, un fil métallique unit les extrémités P'N des deux circuits, et les poignées se placent en P et N'. Les fils forment alors un circuit unique, et tous les courants qui le parcourent au moment de la rupture ont le même sens; cette direction est indiquée par les flèches.

Les appareils médicaux sont très nombreux; nous avons décrit plus haut un modèle disposé pour les bains électriques (voy. ce mot); nous en ajouterons ici quelques autres, pour montrer les différentes dispositions adoptées.

Appareil volta-faradique de Duchenne (de Boulogne). — Cet appareil a reçu, après diverses modifications, la forme représentée figure 114. La bobine inductrice, composée de 100 mètres de fil de 0,5 mm. de diamètre, est recouverte par

la bobine induite A, formée de 1,000 r
fil de 0,1 mm. d'épaisseur. Trois piles, lo
le tiroir G, s'attachent aux bornes KL e
l'appareil ; un trembleur, invisible sur
produit les interruptions. Un comm
commandé par le bouton H, permet d
tir rapidement le courant inducteur ;
commutateur E, auquel aboutissent le
et deux fils de dérivation du circuit in
sert à lancer à volonté l'extra-courant
rant induit, suivant qu'on amène l'aigu
le chiffre 1 ou le chiffre 2.

On peut augmenter l'action inductri
fonçant plus ou moins le faisceau de f
doux, représenté à part en DD', et au
tirant plus ou moins le graduateur,
deux cylindres concentriques en cuivr

ppent, l'un B l'hélice induite, l'autre C le
ceau de fils de fer. A l'appareil est jointe
pédale destinée à produire avec le pied des
rruptions moins rapides, et un modérateur
n permettant d'affaiblir encore l'action.

Bobine à chariot de Du-Bois-Reymond. — Dans cet appareil (fig. 115), on gradue le courant en faisant varier le diamètre du fil induit et la distance des deux bobines. La bobine inductrice B est fixe, et l'on a trois bobines induites telles

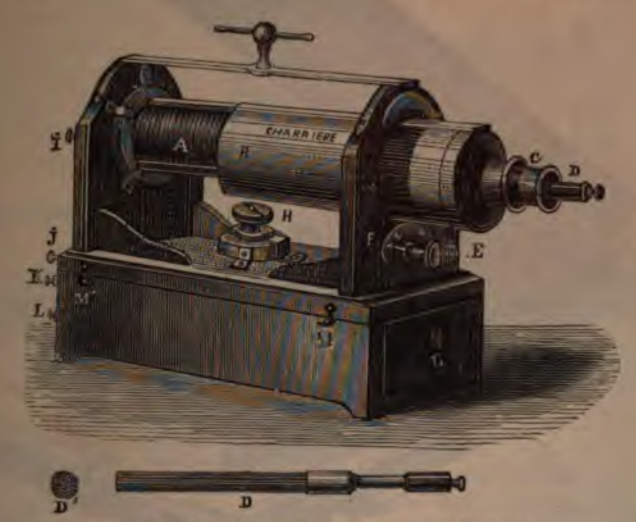


Fig. 114. — Grand appareil volta-faradique de Duchenne.

B' à fils de grosseurs et de longueurs diffé-
ées : on choisit celle qui convient et on
fonce plus ou moins sur la bobine B, suivant
fet qu'on veut obtenir. Enfin on a adapté à
appareil différents interrupteurs qui per-
ttent généralement de faire varier le nombre des intermittences. Celui que représente la figure est formé d'un petit électro-aimant D, qui reçoit une partie du courant inducteur, et attire un trembleur E. Deux bornes, dont l'une se voit en I, permettent de recueillir l'extra-courant.

Appareils portatifs. — Il existe des instruments

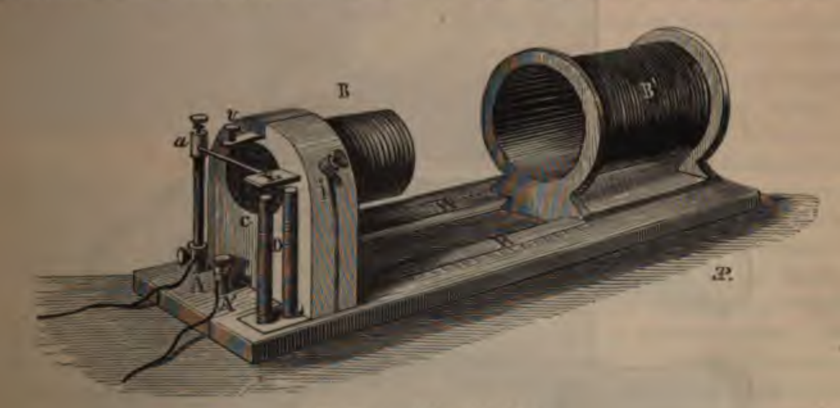


Fig. 115. — Bobine à chariot.

us légers pouvant être renfermés dans une
ousse ou une très petite boîte. On produit
lors le réglage au moyen d'un cylindre de
uivre B, qui sert de *graduateur* et s'enfonce plus
 moins dans la bobine M (fig. 116) et en faisant
rier le nombre des intermittences à l'aide d'un ressort coudé P, qui appuie plus ou moins sur l'interrupteur. L'appareil doit comprendre sa pile : dans le modèle représenté, elle est formée de deux éléments au chlorure d'argent L et L' renfermés dans des étuis d'ébonite : les communications avec la bobine sont établies à poste

Enfin la troisième partie de la boite reçoit électrodes de formes variées.

Le modèle représenté figure 117 est enfe dans un portefeuille en cuir de petites dim



Fig. 116. — Appareil volta-faradique de Gaiffé (nouveau modèle).



Fig. 117. — Trousse électrique de Trouvé.

En A est la pile, en B les deux poignées, ant l'une dans l'autre et renfermant la bobine dans leur intérieur, en C un tube de ver contenant une petite poignée de sulfate mer

; on voit au-dessous des excitateurs de s diverses, et en H les rhéophores.

INE DE RÉSISTANCE. — Voy. BOITE DE NCE.

TE DE JONCTION. — Disposition servant, les grandes installations iques, à réunir bout à bout nducteurs qui forment la ou à joindre au circuit pal les dérivations desti- à desservir chaque maison que étage (Voy. CABLE ET CTEUR).

TE DE RÉSISTANCE. — contenant une série de s de résistance croissante, ployée pour les mesures iques. Le fil de ces bobines néralement en maillechort un alliage formé de 66,6 nt et de 33,4 de platine, que la résistance de ces lliages varie fort peu avec la température. est toujours enroulé en double, afin qu'on jours à côté l'un de l'autre deux courants et de sens contraire, ce qui empêche tout l'induction; ce mode d'enroulement est sur la figure représentant l'étalon de



118. — Boîte de résistance (disposition intérieure).

légal (Voy. OHM). Les bobines sont con- dans une boîte recouverte d'une pla- d'ébonite, sur laquelle sont disposées des s de cuivre assez épaisses pour que leur nce soit négligeable; à chacune de ces s s'attache la fin d'une bobine et le com- ment de la bobine suivante (fig. 118).

Dans les anciennes boîtes, les bandes successives sont séparées par de petits trous ronds que peuvent fermer exactement des chevilles de cuivre à manche isolant. Lorsque toutes les chevilles sont à leur place, le courant traverse seu-



Fig. 119. — Boîte disposée en décades et formant pont de Wheatstone.

lement les bandes de cuivre, dont la résistance est nulle. Si l'on enlève une fiche, le courant traverse la bobine placée au-dessous. La figure 118 montre le principe de cette disposition qui n'est plus très employée. Les bobines ont des résistances qui croissent ordinairement suivant la même loi que les valeurs des poids marqués : 1, 2, 2, 5, 10, 10, 20, 50, 100, 100, 200, 500, 1000, etc., avec ces nombres, on peut obtenir toutes les résistances jusqu'à 2 000.

A la disposition précédente on préfère aujourd'hui les boîtes *en décades*, qui renferment un plus grand nombre de bobines, mais qui ont l'avantage de diminuer beaucoup le nombre des fiches à manipuler. Dans ces boîtes, on fait usage de 9 bobines d'1 ohm, 9 bobines de 10, 9 bobines de 100, etc. Les 9 bobines semblables sont reliées par des bandes de cuivre semblables à *ab* (fig. 120), disposées parallèlement à une bande pleine qui reçoit le courant; en joignant par une seule fiche la bande pleine à la bande marquée 1, 2, 3..., on intercale dans le circuit 1, 2, 3..., bobines égales. La boîte représentée va jusqu'à 10 000; les unités sont à droite, puis les dizaines, les centaines et les mille. Les quatre fiches sont au zéro; la résistance intercalée est donc nulle. Nous expliquerons plus loin le rôle des bobines qui se voient en arrière (Voy. PONT DE WHEATSTONE).

Au lieu de placer les décades en lignes parallèles, on peut les disposer en couronnes autour de cercles de laiton. La figure 120 montre ce système, dont le principe ne diffère en rien de

celui de l'appareil précédent. Le cadran des centaines montre l'arrangement des bobines; on voit que le courant traverse à chaque décade un nombre de bobines égal au chiffre devant lequel on a mis la fiche. Si on la place au z[é]ro, le courant passe directement du secteur o[u] disque central; la résistance est nulle.

Dans ces deux systèmes, la résistance tot[ale]

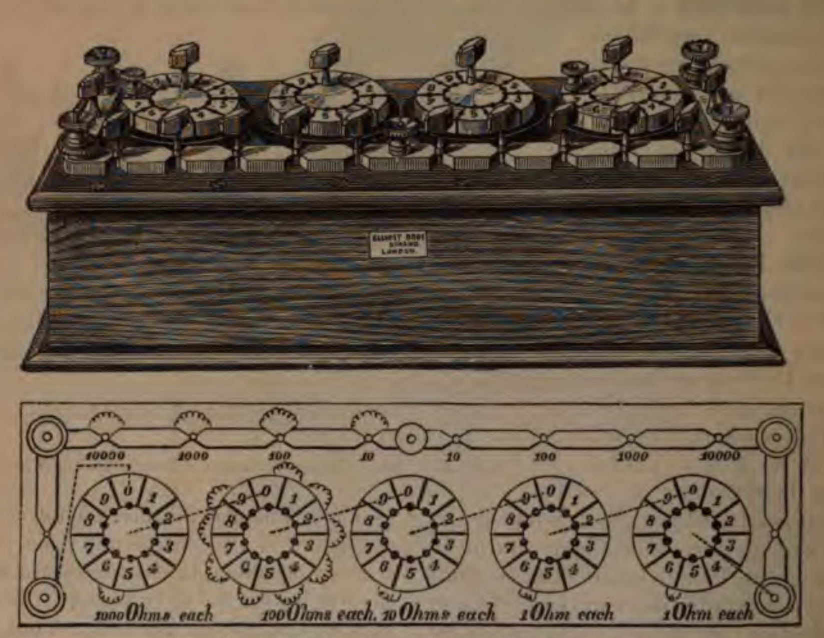


Fig. 120. — Boîte à cadrans, formant pont de Wheatstone.

se lit facilement : elle est égale à la somme des résistances *bouchées*.

Les deux appareils précédents portent un certain nombre de bobines, en outre de celles dont nous avons parlé : c'est qu'elles permettent de réaliser la disposition connue sou[s le] nom de pont de Wheatstone, qui sert à la [me]sure des résistances. Les bobines doivent [se] trouver alors divisées en trois groupes. [La] figure 121 montre le schéma de cette disposi[tion]

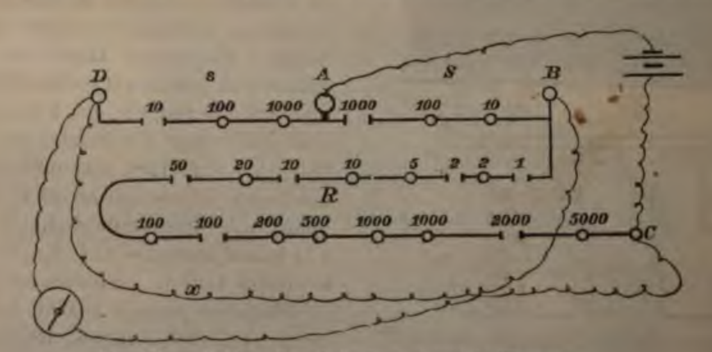


Fig. 121. — Schéma d'une boîte formant pont de Wheatstone.

avec les boîtes dans lesquelles toutes les bobines se suivent.

BOLOMÈTRE. — Sorte de thermomètre électrique imaginé par Langley et fondé sur les variations de la résistance des métaux avec la température. Il se compose d'une pile dont le courant traverse un circuit formant pont [de] Wheatstone. Sur deux des branches oppo[sées] du pont on a placé des lames sensibles, form[ées] d'acier, de platine ou de palladium. Ces la[mes] ont chacune 0,5 millimètre de largeur et 0,05 m[il]limètre d'épaisseur; elles sont repliées un c[...]

mes, de façon à
une des lames *b*
isceaux disposés
intercalée dans
t cette dernière
er.
st placé dans un
ragme : à l'aide
ord le galvano-
ie les variations
iante ne feront
elles influeront
mais si, ouvrant
ame *a* à l'action
stance changera,

et, l'équilibre n'existant plus entre les deux branches du pont, le galvanomètre sera dévié. Bien qu'on ne puisse employer un courant énergique, afin d'éviter l'échauffement des lames *a* et *b*, l'instrument est très sensible. Il accuse, d'après l'auteur, une variation de 0°,00001.

BORNE SERRE-FILS. — Petite pièce de métal disposée sur les appareils pour établir les communications. Tantôt le fil passe dans un trou où le serre la pointe d'une vis ; tantôt il est replié autour de la vis et serré à plat ; on a peut-être ainsi un meilleur contact ; un autre écrou, comme on le voit sur le second modèle, permet souvent d'attacher un autre fil sans déranger le premier. Le troisième modèle permet aussi d'at-

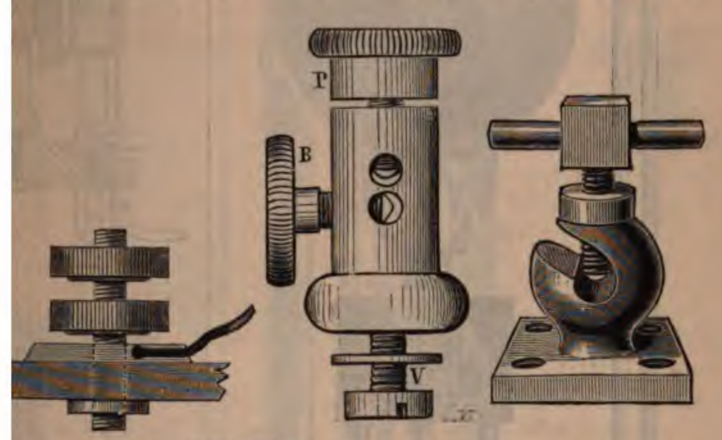


Fig. 122. — Borne serre-fils.

un pouvant être
le la vis (fig. 122)
sente un modèle
M. Woodhoun et
nètre, le fil peut
ment, et tous les
.
uée éclairée par
tte lampe est gé-
au-dessus du ni-
r des accumula-
qui assurent un
heures.
rte de régulateur
que sans exiger
s sont placés pa-
le prolongement
ur usure n'aug-
c. Mais le point
qu'ils se consu-
; de là le nom de

Bougie Jablochkoff. — Les bougies ont été imaginées en 1876 par Jablochkoff. Celles de cet inventeur sont formées (fig. 123) de deux baguettes de charbon parallèles, séparées par une couche de matière isolante, qui est maintenant du *colombin*, mélange de plâtre et de sulfate de baryte, et reliées à la partie supérieure par un petit fil conducteur, qui est brûlé et remplacé par un petit arc voltaïque, dès qu'on fait passer le courant. On alimente les bougies électriques à l'aide de machines d'induction à courants alternatifs, afin d'éviter l'usure inégale des deux charbons.

Le colombin sert à maintenir l'arc à la partie supérieure du charbon ; en outre, il fond peu à peu et augmente ainsi l'intensité lumineuse ; nfin, si l'arc vient à s'éteindre, il reste rouge pendant quelques instants et permet le rall mage automatique, si le courant reprend bout d'un temps inférieur à deux secondes e viron.

Chaque bougie est ordinairement placée da

un chandelier formé de deux pinces en cuivre, dont l'une est fixe, l'autre mobile, et qui viennent serrer deux plaques métalliques fixées à la base des charbons. On dispose quatre ou six chandeliers dans un globe dépoli qui diffuse la

E. Bourdelin

Fig. 123. — Bougie et chandelier Jablochkoff.

lumière et masque la disposition intérieure. Les bougies ne durant qu'une heure et demie environ, il faut, à intervalles réguliers, faire passer le courant de la bougie usée dans une autre au moyen d'un commutateur.

Chandeliers automatiques. — Le chandelier automatique Bobenrieth (fig. 124) rend cette manœuvre inutile. Une plaque isolante P est munie d'un cercle métallique *m*, qui porte les pinces extérieures des six chandeliers et les met en communication avec l'un des pôles. Les pinces intérieures sont fixées sur le disque isolant, au centre duquel est une rondelle de cuivre c, reliée au second fil du circuit, et portant des ressorts plats *r* qui peuvent être serrés contre les

pinces intérieures à l'aide de petites bag
plomb *a*.

Les chandeliers étant garnis de bougies
ressorts fixés aux branches intérieures,
rant traverse de préférence la bougie la

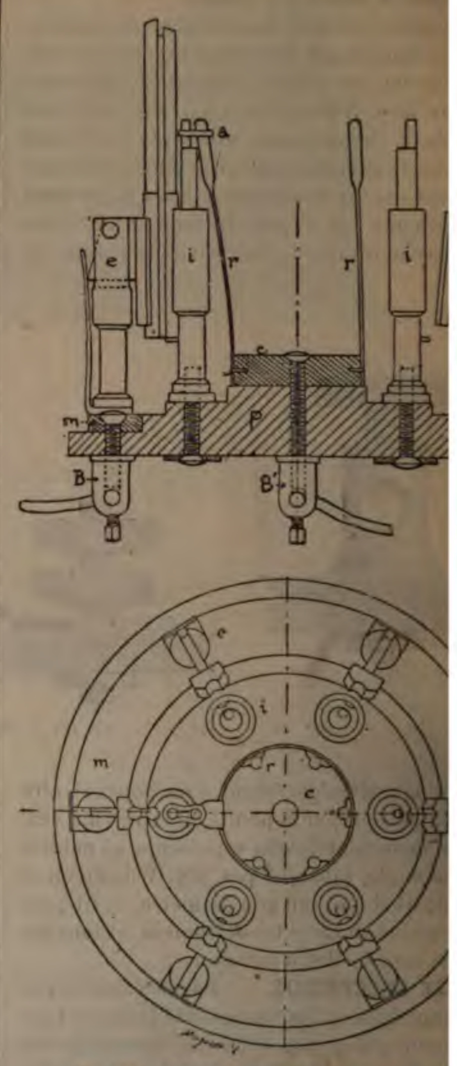


Fig. 124. — Chandelier automatique Bobenrieth.

résistante, y produit un arc voltaïque,
leur conducteur que les amorces des
bougies, et le courant continue à passer s
par la bougie allumée. Lorsqu'elle arrive
fin, la chaleur de l'arc fait fondre l'anneau
ressort s'écarte et la dérivation se trouve
pue. Une autre bougie s'allume à son tour
en est de même jusqu'à la fin.

Les grands magasins du Louvre emploi
chandelier Clariot, qui est disposé pour q

…gies. Les mâchoires intérieures des quatre …ces communiquent avec un disque central, …est relié à l'un des pôles de la source. Chaque …choire extérieure communique avec une …que isolée ; mais ces quatre plaques peuvent …reliées par des tampons coniques, qui éta…ent le contact sous l'action de ressorts à …din. Chaque bougie porte, au milieu de la

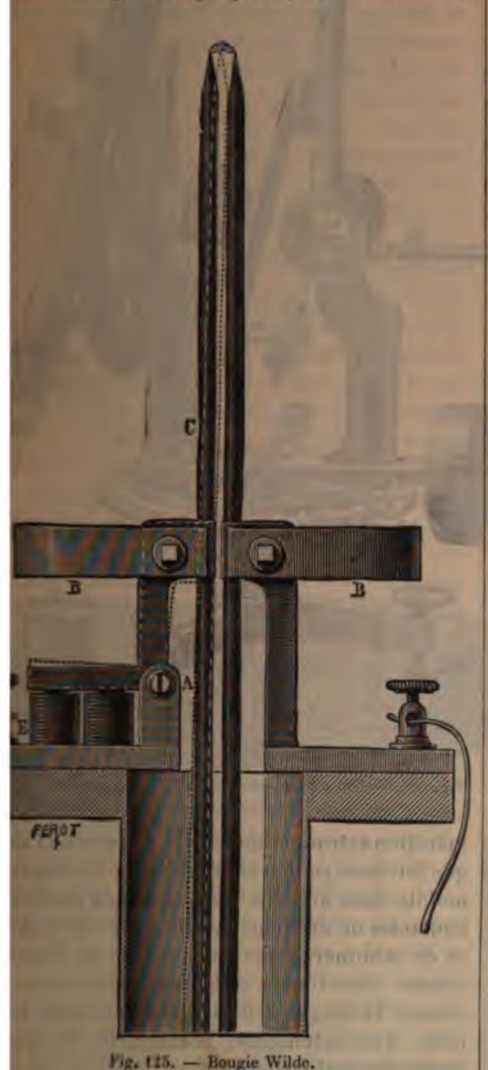


Fig. 125. — Bougie Wilde.

…ille de cuivre, un petit fil métallique fixé par … goutte de soudure très fusible. Ces fils …issent les ressorts à boudin et par suite la … en place des bougies a pour effet de les …r complètement l'une de l'autre.

…l'aide d'un interrupteur à manette, on relie … des plaques à l'autre pôle de la source ; la …gie correspondante s'allume et brûle jusqu'à ce que la chaleur de l'arc fonde la goutte de soudure. Le fil métallique tombe, et le tampon conique correspondant établit la communication avec la bougie voisine. Le courant se partageant entre les deux bougies, la température de l'arc s'abaisse, sa résistance augmente, et il s'éteint très vite : la bougie voisine est alors seule dans le circuit et s'allume à son tour.

Avantages et inconvénients des bougies. — La découverte des bougies a exercé une grande influence sur le développement de la lumière

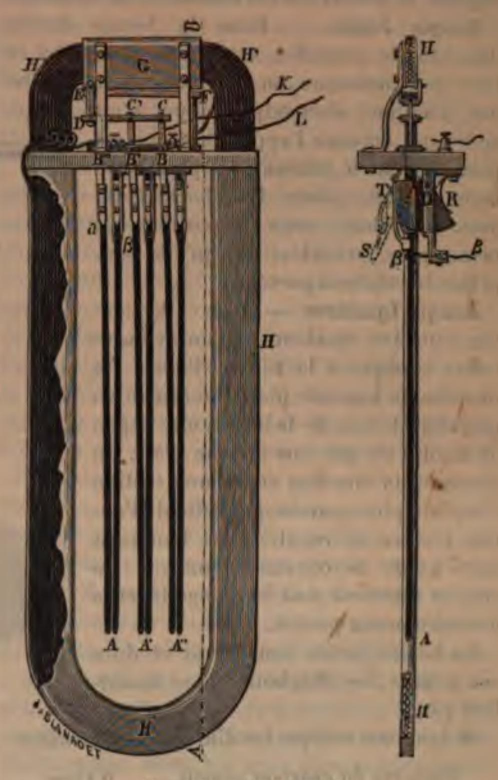


Fig. 126. — Bougie Jamin.

électrique, car elles se prêtent très bien à l'éclairage des grands espaces. Elles ont cependant quelques défauts ; elles peuvent s'éteindre quelquefois ; la lumière éprouve de brusques changements d'intensité ; enfin elle est accompagnée d'un bruit désagréable dû à l'emploi des courants alternatifs.

Bougie Wilde. — Dans ce système (fig. 125), le colombin est supprimé ; les charbons sont maintenus par des pinces, dont l'une est mobile et, sous l'action d'un ressort, fait incliner le charbon correspondant jusqu'à ce qu'il vienne toucher le charbon fixe par son extrémité supérieure. Cette pince mobile est liée à

une pièce de fer doux placée au-dessus d'un électro-aimant E qui fait partie du circuit. Dès que le courant passe, l'électro-aimant attire la pièce de fer doux, fait basculer la pince et écarte le charbon mobile du charbon fixe. On voit que cette disposition produit le rallumage automatique, si l'extinction vient à se faire pour une cause quelconque. Malgré l'absence de colombin, l'arc se maintient au sommet des charbons parce qu'ils vont en se rapprochant un peu à la partie supérieure, et que par conséquent la résistance est minimum en ce point.

Bougie Jamin. — Dans la bougie Jamin (fig. 126), le colombin est encore supprimé et l'arc est maintenu au sommet des charbons par l'action électrodynamique d'un acdre qui entoure l'appareil et qui est parcouru par le courant. On peut, sans inconvénient, placer les charbons la pointe en bas; cette disposition est même plus favorable, puisqu'elle supprime les ombres portées.

Bougie Ignatiew. — Dans cette bougie, l'un des charbons est un cylindre creux fabriqué à la filière; l'autre est une simple baguette placée au centre du premier et séparée de lui par une bague de kaolin ou par une couche d'air. En donnant au charbon creux une section cinq fois plus grande que celle de l'autre, l'usure est régulière, et l'on peut faire usage de courants continus : le crayon intérieur doit être négatif, et le cylindre creux positif.

La bougie brûle sans bruit et dure six heures; les charbons ne se fendillent pas.

M. Ignatiew indique les dimensions suivantes :

Diamètre du charbon négatif....	0,42 cm
Épaisseur de l'espace annulaire..	0,25
— du charbon positif....	0,19
Diamètre — —	1,3
Longueur — —	32,0

Bougie Million. — Cette bougie est formée de deux charbons creux renfermant des mèches de coton; elle allume par une amorce charbonneuse ou une bague de caoutchouc enduite de charbon, qu'on place sur les pointes et qui les protège pendant le transport. Ce système évite l'emploi du colombin et diminue la force électromotrice nécessaire.

BOUSSOLE. — On donne ce nom à des instruments très différents servant à diverses mesures magnétiques et électriques.

Boussole de déclinaison. — Appareil servant à mesurer la déclinaison, c'est-à-dire l'an[
que fait le méridien magnétique avec le mé[
dien astronomique. Cette détermination co[
porte donc deux parties : 1° la recherche [

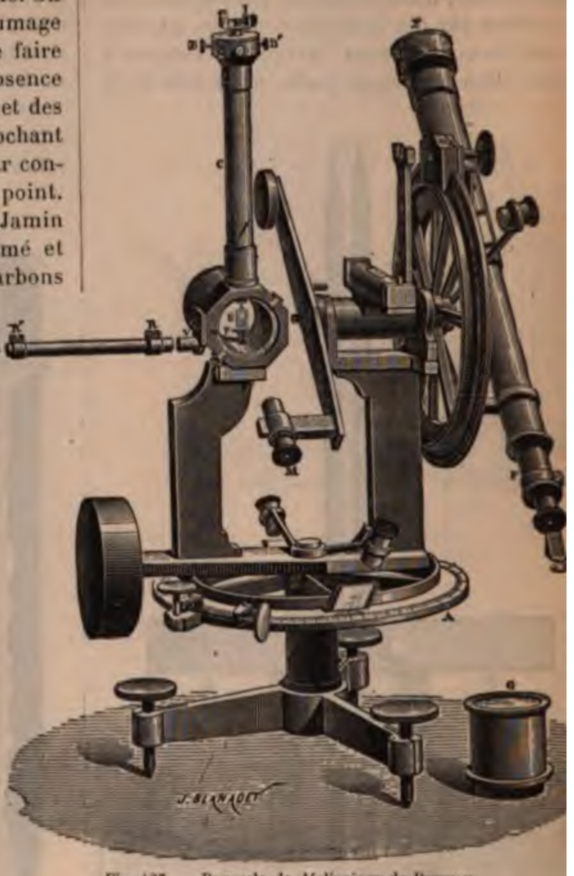


Fig. 127. — Boussole de déclinaison de Brunner.

méridien astronomique ; 2° la mesure de l'an[
que fait avec ce méridien une aiguille aimant[
mobile dans un plan horizontal. Les meilleu[
boussoles de déclinaison sont celles de Gamb[
et de Brunner. Dans la boussole de Gamb[
comme dans toutes celles de construction a[
cienne, la longueur de l'aimant entraîne be[
coup d'inconvénients, notamment la gran[
durée des oscillations.

La boussole de Brunner, ou *théodolite-bouss[* (fig. 127), est celle qu'on emploie actuellemen[
l'observatoire de Montsouris. C'est un théo[
lite portant un aimant horizontal entouré d'u[
cage, que ferment deux glaces parallèles, et s[
pendu par un fil de soie sans torsion. Cet [
mant, qui a la forme d'un prisme à base carr[
porte à chaque bout un disque d'argent sur [
quel est tracée une division (Voy. DÉCLINAISO[

Boussole d'inclinaison. — Appareil destiné à mesurer l'inclinaison, c'est-à-dire l'angle que fait avec l'horizon une aiguille aimantée mobile dans le plan du méridien magnétique. La boussole la plus employée est celle de Brunner, qui est formée d'une aiguille d'acier, en forme de losange très aigu, mobile devant un cercle divisé. Les lectures se font à l'aide d'une alidade qu'on déplace sur le cercle gradué, et qui porte aux extrémités deux petits miroirs concaves ayant leur centre dans le plan de l'aiguille : pour faire une lecture, on amène l'image renversée de chaque pointe à coïncider avec elle. Cet instrument diffère peu du cercle de Barrow, que nous décrirons plus loin, et à propos duquel nous indiquerons en détail la manière de procéder.

Boussole marine. — Cette boussole, désignée aussi sous les noms de *compas de mer* et de *compas de variation*, est une sorte de boussole de déclinaison simplifiée. Elle permet de mesurer la déclinaison et de régler la marche du navire. Elle est placée à cet effet près du timonier, dans un récipient en cuivre, qu'on nomme l'*habitacle*, et renfermée dans une boîte cylindrique plate, lestée à la base par du plomb, et portée par une suspension à la Cardan, qui lui permet de rester toujours verticale, quelle que soit l'inclinaison du navire. Cette boîte contient un pivot vertical, sur lequel repose l'aiguille aimantée, qui est ordinairement fixée sur un disque léger de mica ou de papier, portant la rose des vents. L'aiguille est sur la ligne NS. Quand on veut s'en servir pour déterminer la déclinaison, la boussole porte en outre deux pinnules qui remplacent la lunette des boussoles de déclinaison et servent à viser un astre, peu élevé au-dessus de l'horizon, pour déterminer le méridien astronomique. L'angle de ce méridien avec l'aiguille est la déclinaison.

Pour orienter la marche du navire, la boussole porte une ligne fixe, parallèle à la quille, et qu'on nomme *ligne de foi*. On observe l'angle de la ligne de foi avec l'aiguille aimantée, et, en ajoutant ou retranchant la déclinaison, suivant les cas, on connaît la direction suivie par le navire, et on la rectifie, s'il y a lieu.

La boussole circulaire de M. Duchemin diffère des modèles ordinaires en ce qu'elle est formée de deux aimants circulaires concentriques. Les pôles, placés suivant un diamètre, sont réunis par une lame de fer doux formant armature. Les aimants circulaires présentent, à poids égal, une plus grande quantité de magnétisme ; cette boussole est plus sensible que les boussoles ordinaires, et en même temps plus stable. Elle a été essayée dans la marine française en 1874 et 1875 et adoptée depuis cette époque.

L'emploi de la boussole est malheureusement soumis à de graves causes d'erreur, dues aux masses de fer, souvent fort importantes, du navire, et surtout à l'aimantation temporaire qu'elles prennent sous l'influence du globe. On remédie à ces perturbations, soit par l'emploi de compensateurs magnétiques qu'on déplace suivant l'orientation du navire, soit en calculant une table de correction. Quel que soit le procédé employé, il est indispensable de refaire très fréquemment la régulation du compas, l'état magnétique des masses de fer du navire changeant sans cesse suivant le lieu où il se trouve.

Action des appareils d'éclairage sur les boussoles. — Dans les navires qui possèdent des installations électriques importantes, il y a lieu d'examiner si ces appareils n'exercent pas une action nuisible sur la boussole. L'action des conducteurs n'est pas à craindre dans le cas des courants alternatifs, qui sont du reste peu employés sur les navires. Si l'on fait usage de courants continus, on peut éviter cette action en plaçant constamment les deux conducteurs (aller et retour) l'un à côté de l'autre. Mais on préfère souvent n'employer qu'un fil et se servir de la carcasse métallique du navire comme retour commun. D'après M. A. Siemens, l'action des conducteurs serait négligeable, même dans ce cas ; mais des perturbations plus importantes pourraient être amenées par le magnétisme des dynamos. Il existe beaucoup de ces machines qui exercent une action magnétique assez considérable sur les objets environnants. M. Creak, commandant d'état-major, cite le cas du navire *Northampton*, dont les trois dynamos faisaient dévier la boussole normale, placée à 12 mètres, de 3° à 5°, et donnaient sur une autre boussole un écart de 11°. D'autres machines, notamment celles dont les électros sont disposés à l'intérieur d'un tambour en fonte, ne présentent qu'une très faible action. Dans certains cas, on a obtenu de bons résultats en entourant les dynamos d'une enveloppe spéciale en tôle ou en fonte.

Boussole des variations. — Sorte de boussole de déclinaison ou d'inclinaison servant à enregistrer les variations de la déclinaison ou l'inclinaison (Voy. MAGNÉTOMÈTRE).

Boussole des intensités. — On donne q quefois ce nom à une aiguille de déclina suspendue à un fil de soie sans torsion et q

fait osciller pour mesurer la composante horizontale du champ terrestre.

Boussole d'arpenteur. — Petite boussole de déclinaison servant à mesurer les angles, même lorsque leur sommet est inaccessible. Elle se compose d'une aiguille aimantée, mobile sur un cadran horizontal, et d'une lunette dont l'axe est parallèle à la ligne 0° — 180°. Cette lunette peut être remplacée par un système de deux pinnules permettant de viser un point. Si l'on veut mesurer un angle AOB (fig. 128), on

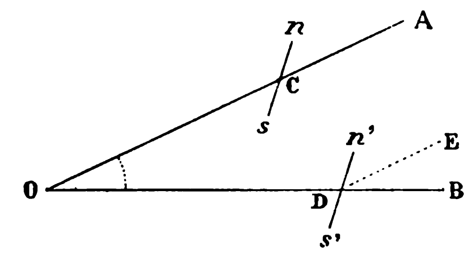


Fig. 128. — Emploi de la boussole d'arpenteur.

place l'appareil, monté sur un pied à trois branches, au-dessus d'un des côtés de l'angle, par exemple en C, et l'on vise le sommet O. La ligne 0° — 180° est parallèle au côté OA, et l'on note l'angle qu'elle fait avec l'aiguille aimantée *n s*. On répète la même opération en D, sur l'autre côté, et l'on mesure l'angle de OB avec l'aiguille *n' s'*. La direction de l'aiguille n'ayant pas changé, on voit que l'angle cherché est égal à la différence des angles mesurés, car on a :

$$\widehat{AOB} = \widehat{BDE} = \widehat{BDn'} - \widehat{ACn}.$$

D'une manière générale, en mesurant les angles que forment les côtés d'un polygone avec la direction fixe du méridien magnétique, on peut déterminer les angles de ce polygone.

Il existe d'autres appareils encore moins précis, qui se tiennent à la main et se portent dans la poche; ils sont destinés aux levés expéditifs, par exemple dans les reconnaissances militaires. Telles sont les boussoles d'Hossard, de Kater, de Burnier. Cette dernière se compose d'une aiguille aimantée portant un disque mince, sur la tranche duquel sont inscrits les degrés. La ligne de visée est fournie par un crin qu'on tend dans un plan vertical au moment de s'en servir; pendant qu'on vise, on observe par un petit trou le chiffre du limbe qui correspond à cette ligne; c'est l'angle qu'elle fait avec le méridien magnétique.

Boussole de proportion. — Disposition imaginée par M. Carpentier pour la mesure de résistances électriques. (Voy. ce mot.)

Boussole des tangentes. — On sait que la déviation d'un galvanomètre n'est pas en général proportionnelle à l'intensité du courant. Les boussoles des tangentes et des sinus permettent de mesurer les intensités en valeur absolue.

Ces deux instruments, imaginés par Pouillet, se composent d'un cadre circulaire GH (fig. 131), recouvert de fil de cuivre et assez grand pour qu'on puisse supposer le champ uniforme dans la région centrale. Au centre est suspendue une aiguille aimantée horizontale, qui, pour la boussole des tangentes, est très courte. Comme elle serait trop petite pour qu'on pût lire facilement ses déviations, elle est munie d'un index léger qui se déplace sur le cercle gradué DE. L'axe étant rendu vertical au moyen des vis calantes, on tourne l'appareil jusqu'à ce que l'index soit au zéro; le cadre GH et l'aiguille sont alors dans le méridien magnétique. Si l'on fait passer le courant, l'aiguille est déviée; soit O l'axe de rotation (fig. 129), NS le méridien.

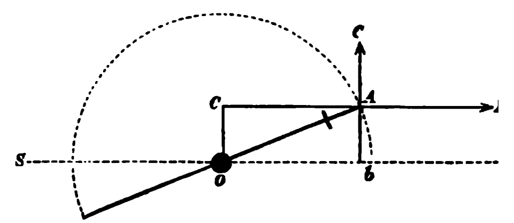


Fig. 129. — Principe de la boussole des tangentes.

Le pôle *b* de l'aiguille étant dévié en A se trouve soumis à deux forces : l'intensité du champ terrestre AH, qui est constante et parallèle au méridien, et l'action électromagnétique du cadre. L'aiguille étant très courte, on peut négliger le déplacement *b* A du pôle et cette action est alors perpendiculaire au plan du cadre, soit AC. Sous l'action de ces deux forces, l'aiguille prend la direction de la résultante.

Soit F l'intensité du champ électrique pour l'unité de courant, et par suite FI pour un courant d'intensité I; soit H la composante horizontale du champ terrestre, M le moment de l'aiguille, et α l'angle AO*b*; on aura :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CA}{AH} = \frac{MFI}{MH} = \frac{IF}{H}.$$

D'où

$$I = \frac{H}{F} \operatorname{tg} \alpha.$$

On peut donc comparer les intensités à l'aide des tangentes des angles de déviation. On peut

même avoir la valeur absolue de l'intensité, si l'on connaît $\frac{H}{F}$; nous indiquons ailleurs (Voy. INTENSITÉ) comment on mesure H, qui était égale à 0,19508 à Paris au 1er janvier 1889. On peut calculer F si l'on connaît le rayon des spires.

Enfin on peut déterminer expérimentalement $\frac{H}{F}$ en faisant passer dans l'appareil un courant d'intensité connue.

En réalité, le pôle de l'aiguille ne reste pas exactement dans le plan du cadre. M. Gaugain a montré qu'on obtient une proportionnalité beaucoup plus rigoureuse en plaçant l'aiguille en dehors du plan du cercle, à une distance égale à la moitié de son rayon; on peut alors enrouler le fil sur un cadre conique dont le sommet coïncide avec le centre de l'aiguille, et tel que toutes les spires satisfassent à la condition précédente. Le plus souvent, on emploie deux cadres de ce genre placés symétriquement de chaque côté de l'aiguille (fig. 130). Le dessin représente à part la section d'un des cadres coniques. Ces cadres sont en bois, pour éviter les traces de fer que pourrait contenir le cuivre.



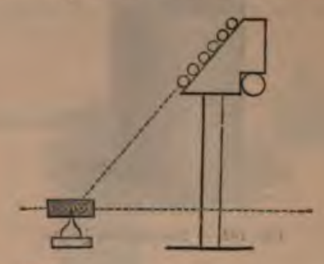


Fig. 130. — Boussole des tangentes.

Boussole des sinus. — La boussole des tangentes représentée par la figure 131 peut servir aussi comme *boussole des sinus*. Supposons qu'au lieu de fixer le cadre GH dans le méridien, on le fasse tourner en même temps que l'aiguille jusqu'à ce qu'il la rejoigne, de manière à être dirigé comme elle suivant la ligne OA (fig. 131), l'action électromagnétique AC sera alors perpendiculaire à l'aiguille OA; en écrivant que OA est dirigé suivant la résultante de ces deux forces, on a:

$$MIF = MH \sin \alpha,$$

ou

$$I = \frac{H}{F} \sin \alpha;$$

d'où le nom de l'instrument. Il n'est plus nécessaire que le champ soit uniforme, et l'on peut employer une aiguille aimantée plus longue, ainsi que le montre la figure 131.

Boussole des cosinus. — M. Ducretet a donné ce nom à une boussole des tangentes dont le cercle GH peut tourner autour de son diamètre horizontal. On peut ainsi faire varier rapidement la sensibilité de l'appareil, qui diminue à mesure qu'on incline le cadre: la composante horizontale de l'action du courant agit



Fig. 131. — Boussole des tangentes ou des sinus.

seule et par suite, pour une même intensité, la tangente de la déviation est proportionnelle au cosinus de l'angle que fait le plan du cadre avec la verticale. D'où le nom de l'instrument.

BOUTEILLE DE LEYDE. — Condensateur fréquemment employé, et formé d'une bouteille de verre revêtue à l'intérieur et à l'extérieur, sur la plus grande partie de sa hauteur, d'une couche de papier d'étain (fig. 132). La partie



Fig. 132. — Bouteille de Leyde.

supérieure est vernie à la gomme laque ; le bouchon est traversé par une tige de laiton qui communique avec la feuille d'étain intérieure au moyen de fils de même nature et d'une chaîne. On reconnaît dans cet appareil les différentes parties d'un condensateur ; la feuille d'étain intérieure, qu'on relie ordinairement à la machine, forme le collecteur; la feuille extérieure, qu'on tient à la main, est le condenseur ; enfin la bouteille forme la plaque isolante.

La bouteille de Leyde tire son nom de l'expérience de Cunéus et Muschenbroeck, qui découvrirent la condensation à Leyde en 1746, en cherchant à électriser de l'eau contenue dans une bouteille de verre.

A cause de sa forme, on peut appliquer à la bouteille de Leyde le théorème relatif aux condensateurs fermés, et sa capacité est

$$C = \frac{S}{4\pi e},$$

en appelant S la surface d'une des feuilles d'étain et e la distance des deux feuilles. On voit qu'on accroît la capacité en augmentant S et en diminuant e. Ceci explique pourquoi il vaut mieux coller une feuille d'étain à l'intérieur du verre que de remplir la bouteille de feuilles d'or : la distance e se r
seur du verre.

L'énergie de la bouteille est

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{S}{4\pi e} V$$

L'énergie est donc proportion
face, au carré du potentiel, et en
de l'épaisseur du verre. On ne p
ter indéfiniment le potentiel
beaucoup l'épaisseur e, ce qui
teille à être traversée par la
faut donc, pour accroître l'éner
la surface. De là l'utilité des *jar*
ries (Voy. ces mots).

Bouteille de Leyde à armatu
Cette bouteille sert à démontre
des charges des deux armatures
teurs pénètre peu à peu dans la
et forme ensuite les *résidus*, en
peu sur les armatures. Elle est f



Fig. 133. — Bouteille de Leyde à arm

d'un vase de verre conique et d
de laiton, qui peuvent se sépa
On charge la bouteille ; on sé
caution ses trois parties ; on t
armatures métalliques pour les
on reconstitue la bouteille. On
tirer une étincelle presque aus
on ne l'avait pas démontée.

Bouteille de Leyde étincelant
montrant les beaux effets de la
surface des corps mauvais co
armature extérieure est discont
par des grains de limaille collé
à la surface du verre (fig. 134). L
qui termine l'armature intérieur
vient aboutir à une petite dist
mière. Lorsqu'on charge cett
voit des étincelles bleuâtres sillo
à cause de la proximité des deu
bouteille se décharge d'elle-mê

ment, chaque fois que la différence de potentiel des armatures a acquis une valeur suffisante; on voit alors de belles décharges à la surface.

Bouteille électrométrique de Lane. — Cette bouteille sert à mesurer des charges assez grandes, comme celle d'une batterie. C'est une bouteille de Leyde dont l'armature extérieure communique avec une boule isolée placée à l'extrémité d'une vis micrométrique horizontale, qui permet de l'approcher à une distance connue de celle qui termine l'armature intérieure; il jaillit une étincelle entre ces deux armatures chaque fois qu'elles atteignent une différence de potentiel constante pour la même distance.

Pour mesurer la charge d'une batterie, on peut l'isoler, et faire communiquer son armature extérieure avec l'armature intérieure de la bouteille de Lane, dont l'armature extérieure est reliée au sol. Quand l'armature intérieure de la batterie a pris une charge $+m$, il s'est développé par influence $-m$ sur son armature extérieure et par suite $+m$ sur l'armature intérieure de la bouteille de Lane, ce qui donne encore $-m$ sur l'autre armature de cette bouteille, qui est reliée au sol. Quand



Fig. 134. — Bouteille étincelante.



Fig. 135. — Bouteille de Lane.

cette charge est suffisante, une étincelle jaillit entre les deux boules de la bouteille. Le nombre d'étincelles observé pendant la charge de la batterie mesure donc cette charge en unités arbitraires.

Il est bon de faire une première expérience à blanc, afin d'éliminer l'influence de la charge résiduelle, qui est sensiblement constante. On peut aussi intercaler la bouteille de Lane entre la machine et la batterie, cette dernière étant reliée au sol par son armature extérieure.

BOUTON D'APPEL. — Voy. Sonnerie.

BOUTON TÉLÉPHONE. — Téléphone destiné aux usages domestiques (Voy. Téléphone).

BRIQUETTE-PILE. — Générateur imaginé par M. Brard en 1882, et formé d'un noyau de fils de cuivre et d'un aggloméré de brai et de houille; sur l'une des faces sont creusées des rainures tapissées d'amiante et remplies d'un mélange de nitre et de cendres; des fils de cuivre sont fixés dans ce mélange pour prendre l'électricité. La combustion de ces briquettes donne naissance à un courant.

BRONZAGE ÉLECTRIQUE. — Nom donné improprement à un procédé qui consiste à recouvrir d'oxyde magnétique de fer les objets en fer, fonte ou acier, pour les préserver de la rouille; ce procédé a été imaginé par M. de Méritens en 1886.

Un objet d'acier est placé au pôle positif dans un bain d'eau distillée porté à 70° ou 80° et contenu dans un vase de fer ou de cuivre qui sert d'électrode négative. Il faut éviter l'emploi d'un courant trop énergique, qui donnerait un dépôt pulvérulent. Pour obtenir un bon enduit sur les objets de fer ou de fonte, il faut, après les avoir mis quelques instants au pôle positif, les placer à l'autre pôle jusqu'à réduction complète de l'oxyde, puis les remettre à leur première place.

BUREAU. — *Bureau télégraphique.* — Local qui renferme un poste télégraphique ; ce bureau contient notamment un ou plusieurs manipulateurs et récepteurs, les sonneries, galvanomètres, paratonnerres, piles, et autres appareils accessoires.

Il existe en France un petit nombre de bureaux permanents, ouverts le jour et la nuit. Les autres bureaux sont à service complet ou à service limité. Les premiers sont ouverts de 7 heures du matin en été, de 8 heures en hiver, à 9 heures du soir. Les bureaux à service limité sont ordinairement municipaux, c'est-à-dire administrés par les agents des communes. Lorsque ces bureaux sont adjoints à un bureau de poste, ils sont ouverts aux mêmes heures, c'est-à-dire en général de 7 ou 8 heures du matin à midi et de 2 heures à 7 heures du soir. Dans les localités qui n'ont pas de bureau de poste, les bureaux à service limité sont généralement ouverts de 9 heures à midi et de 2 à 7 heu les jours ouvrables, et seulement de 8 heure 9 heures du matin et de 1 heure à 2 heu du soir les dimanches et jours fériés.

Bureau téléphonique. — Local renfermant poste téléphonique : téléphones et microphon piles, commutateurs, liste des abonnés, e Généralement les bureaux téléphoniques p blics sont adjoints à un bureau télégraphiq

Bureau d'intérêt privé. — Bureau appar nant à un particulier ou à une administrati indépendante de l'État. Les lignes d'inté privé sont de deux espèces : les unes rattache un bureau d'intérêt privé au réseau de l'Éta les autres relient deux ou plusieurs burea privés. Les premières sont construites et e tretenues par l'État et restent sa propriét Les autres peuvent être construites par l'Ét ou par les particuliers, suivant la décision d ministre.

C

CABESTAN ÉLECTRIQUE. — La Compagnie des chemins de fer du Nord a présenté à l'exposition de 1889 un cabestan électrique par lequel elle a remplacé avantageusement les appareils hydrauliques précédemment employés dans son exploitation.

Cet appareil (fig. 136) se compose d'une machine dynamo-électrique à deux anneaux, dont l'arbre porte, à l'une de ses extrémités, un pignon qui engrène avec une grande roue dentée horizontale : sur l'axe de cette roue est montée la cloche du cabestan, autour de laquelle s'enroule le câble.

L'appareil est mis en mouvement à l'aide d'une pédale agissant sur un commutateur spécial de groupement, auquel se relient les extrémités des fils des anneaux et des inducteurs de la dynamo, et qui permet de mettre graduellement en série ou en dérivation les diverses parties de la machine. On obtient ainsi différentes vitesses de rotation, et des efforts variant de 350 à 400 kilogrammes, sans avoir recours à des résistances variables, qu'il serait difficile de loger dans un espace aussi restreint. Depuis cette époque, la machine à deux anneaux a été remplacée par une dynamo multipolaire ; cette modification permet de réduire les dimensions de l'ensemble, d'obtenir meilleur rendement et des efforts plus consi rables. Le commutateur spécial de groupeme a été aussi abandonné et remplacé par u commutateur avec rhéostat qui donne des ré sultats plus satisfaisants.

CABLE. — Conducteur isolé employé pou la construction des lignes de grand débit. Le câbles sont formés ordinairement d'un certai nombre de brins de cuivre isolés, puis réuni en faisceau, ou plus souvent groupés d'abor en toron, puis recouverts de matière isolante Parfois enfin on tord ensemble un certai nombre de ces faisceaux isolés. Un câble s compose donc d'une âme conductrice et d'un enveloppe isolante, auxquels on ajoute fré quemment un revêtement destiné à le protége contre les accidents et l'humidité. Qu'ils soien destinés à la télégraphie, à la téléphonie ou l'éclairage, les câbles présentent toujours ce mêmes parties essentielles, mais le nombre les dimensions de ces parties changent suivan les conditions auxquelles ils doivent être sou mis.

Fabrication des câbles. — Le nombre et diamètre des brins qui forment l'âme condu trice varient suivant les cas. Lorsqu'on ve

le petits câbles une certaine souplesse, des brins très fins et on les réunit en mbre. Certains fabricants font usage d'un diamètre déterminé, de sorte ut facilement déduire de leur nombre ı totale du conducteur. La pratique a ue l'âme conductrice doit présenter 1 millimètre carré pour 2 ou 3 ampères té à transmettre.

ins sont généralement enroulés sur ours différents, puis tordus ensemble à l'aide d'une machine à câbler analogue à celle des passementiers; l'opération est conduite de manière à ne pas altérer la conductibilité normale des fils.

Lorsque le câble doit être placé dans un endroit sec, il suffit de revêtir le toron de cuivre d'enveloppes de coton ou de soie, que l'on recouvre ensuite d'un ruban bitumé; toutes ces enveloppes sont appliquées à l'aide de métiers du même genre.

Lorsqu'au contraire le câble doit être exposé

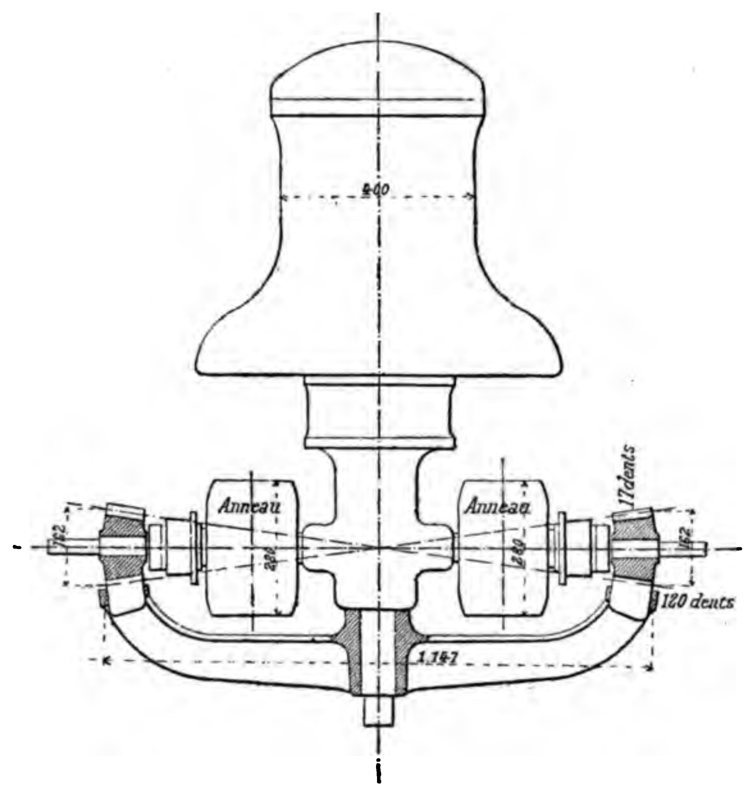


Fig. 136. — Cabestan électrique.

idité, les enduits isolants et protecoivent être beaucoup plus efficaces. substances isolantes, on emploie alors rre, le jute, des tresses de coton, du ouc, de la gutta-percha, etc. Les deux s sont les meilleures. Sauf la guttaces matières s'appliquent toutes à l'aide ers.

ı fait usage de caoutchouc, il est souéférable de ne pas le mettre en contact vec le cuivre : on se sert alors de cuivre ou l'on entoure d'abord le conducteur ban de coton bitumé. Dans ce cas, le même métier qui réunit les fils de cuivre en toron, les recouvre en même temps d'un ruban bitumé et d'un ruban de caoutchouc pur, non vulcanisé, enroulés en sens inverse, et pardessus lesquels il tresse en même temps une enveloppe de coton. On peut même appliquer successivement deux ou trois garnitures de ce genre, en changeant chaque fois le sens de l'enroulement.

La gutta-percha est appliquée à chaud, au moyen d'une presse hydraulique : elle sort par un orifice circulaire, plus ou moins large, suivant l'épaisseur qu'on veut lui donner. Le

toron de cuivre est guidé de manière à former toujours l'axe de la matière isolante. On recouvre ensuite au métier la gutta-percha de coton ou d'une autre substance textile. Certains câbles portent plusieurs couches de gutta, cimentées ensemble à l'aide de composition *Chatterton* (voyez ce mot).

Enfin les câbles peuvent être protégés par une armature de fer ou d'acier, ou par une garniture de plomb. Le fer et l'acier son[t] qués sans pression par des métiers de [...] sions convenables.

Le plomb est appliqué de deux m[a] différentes, soit par fusion, soit en intro[d] le câble dans un tuyau de plomb un pe[u] large et passant ensuite le tout à la filièr[e] faire adhérer le métal.

La figure 137 montre divers genres de c[...]



Fig. 137. — Câbles divers (Rattier).

les trois premiers sont des câbles sous plomb pour signaux et sonneries; les deux suivants, destinés à la télégraphie, sont recouverts du même métal; les deux derniers, destinés aux torpilles, sont en cuivre étamé, et entourés d'une armature de torons de fils de fer galvanisé.

Câbles Siemens. — Ces câbles sont à enveloppe de plomb entourée d'une gaine isolante, qui est recouverte elle-même par deux rubans de fer à spires non jointives, enroulés simultanément et en hélice; le tout est protégé par une enveloppe de jute goudronné. Le plomb est appliqué à froid à la presse hydraulique.

Ces câbles servent surtout pour les lignes souterraines destinées à l'éclairage. Ils contiennent à l'intérieur un fil isolé qui sert pour le retour, lorsqu'on veut mesurer les tensions sur un câble en service

Pour réunir deux câbles placés bout à bout, ou bien un conducteur principal et un conducteur secondaire, on dénude les extrémités de ces conducteurs, on les amène au contact, et on les serre, au moyen de quatre boulons, entre deux manchons de cuivre étamé. Le fil isolé, destiné au contrôle des tensions, passe en dehors de ce manchon. Le tout est placé dans une *boîte de jonction* en fonte, à double paroi, formée de deux coquilles réunies par des boulons. L'intérieur de la boîte et de la double paroi est rempli d'une matière isolante, et les joints sont protégés par des bourrelets en jute goudronné (Voy. CANALISATION).

Câbles Broocks. — Dans ces câbles, les conducteurs sont séparés par une couche de jute bien sec; ils sont placés ensuite dans des tubes de fer qu'on réunit avec soin et qu'on r[...] d'huile de pétrole. Ils servent surtout [...] télégraphie et la téléphonie : un tube de 4 centimètres de diamètre intérieur peu[t] voir facilement jusqu'à 50 fils télégraphi[ques] l'isolement n'est pas aussi bon que par l[es] thodes ordinaires.

Câbles Berthoud et Borel (de Cortaillod). [...] câbles, qui peuvent servir pour la tél[é]g[raphie] comme pour l'éclairage, sont très bien [...] Les conducteurs, préalablement rec[ouverts] d'une ou plusieurs couches de matière [...] sont enroulés sur un tambour en fer [...] d'un grand nombre de trous, que l'on [...] ensuite dans un bain à 200° ou 250°, [...] d'huile de lin oxydée et de résine. On la[isse] dégager complètement l'air et l'humidi[té] lorsque la surface du bain est devenue pa[rfaite]ment calme, on enlève le tambour et [...] place dans une caisse fermée, qu'on por[te] près de la presse destinée à faire le r[evête]ment de plomb. De cette manière le câb[le n'a] pas le temps de reprendre d'humidité. [...] éviter les inconvénients provenant de tr[ous] de défauts dans l'enveloppe de plomb, o[n] en ajouter une seconde, qu'on sépare de l[a pre]mière par une couche de brai gras, rés[idu] de la distillation du goudron de houille. [...] les deux extrémités du câble sont ent[ourées] d'un manchon d'ébonite, suivant l'axe [...] se prolonge l'âme conductrice. On coul[e dans] ces manchons de la paraffine fondue, q[ui pro]duit une fermeture parfaitement étanche[...]

La figure 138 montre les principaux ty[pes de] câbles Berthoud-Borel. On voit d'abord les [diffé]rentes couches d'un câble sous double [...]

pour sonneries et télégraphes, puis la coupe de divers câbles sous double plomb pour téléphone, télégraphe et lumière électrique.

Pour réunir les deux bouts d'un même câble, la maison Berthoud-Borel se sert de la première boîte (fig. 139); on voit que les divers

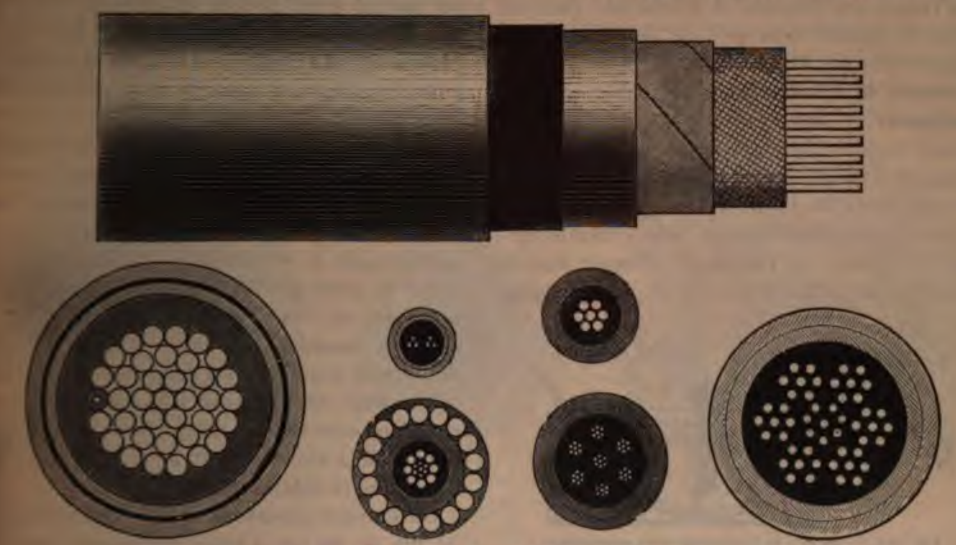


Fig. 138. — Câbles Berthoud-Borel, de Cortaillod (Suisse).

onducteurs des câbles sont séparés et réunis ément. La seconde disposition sert à établir une dérivation par un procédé analogue. Dans les deux cas, la boîte est ensuite remplie

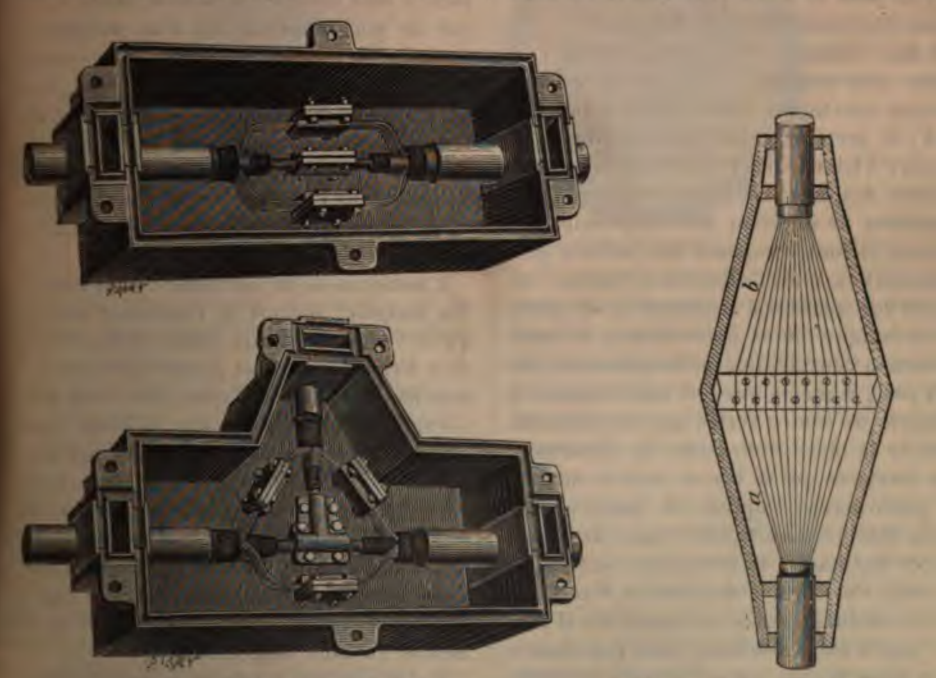


Fig. 139. — Boîtes de jonction Berthoud-Borel.

Fig. 140. — Jonction des câbles Berthoud-Borel.

paraffine. Enfin, lorsque les câbles sont for- d'un grand nombre de conducteurs, pour ter les mélanges, on sépare tous les fils, et on les raccorde séparément sur un bloc d'ébonite, comme le montre la figure 140.

Câbles Fortin-Hermann. — Dans ces câbles,

les brins conducteurs sont enfilés dans une série de perles en bois assez rapprochées pour se toucher les unes les autres. Ils peuvent alors être réunis en faisceau et introduits dans un tuyau de plomb sans qu'il se produise aucun contact entre les divers brins.

Mesure de l'isolement d'un câble ou d'un conducteur. — Cette mesure n'est autre chose qu'une mesure de résistance. Le câble est plongé dans l'eau acidulée, ses deux extrémités étant hors du liquide. L'une d'elles (1) est reliée à la pile, dont l'autre pôle communique avec une lame de cuivre (3) plongée dans le bain (fig. 141). On mesure ainsi la résistance

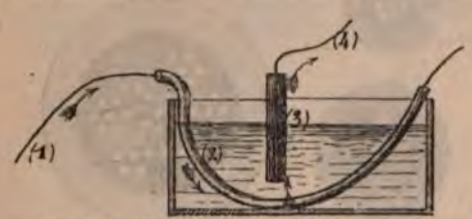


Fig. 141. — Mesure de l'isolement d'un conducteur.

de l'enveloppe isolante. On peut le faire par la méthode du pont de Wheatstone (Voy. Résistance); on peut se servir pour cela de la table que nous décrivons à l'article Mesures.

Pose des câbles. — Voy. Canalisation.

Câbles sous-marins. — Le premier câble sous-marin fonctionna entre Calais et Douvres en 1851; le premier câble transatlantique fut posé entre l'Irlande et Terre-Neuve en 1866. Les câbles destinés aux lignes télégraphiques sous-marines ne diffèrent pas en principe des précédents et sont composés des mêmes parties essentielles, mais ils doivent présenter évidemment des qualités d'isolement et de résistance mécanique toutes particulières, à cause de la traction considérable qu'ils subissent pendant la pose, et même une fois mis en place, et des dangers de toutes sortes qui les menacent au fond de la mer : destruction de l'isolement par les crustacés qui se logent dans le chanvre ou la gutta-percha, rupture ou usure par les animaux marins, les ancres et engins de pêche, les glaces flottantes, le frottement sur les rochers, etc... Ces causes d'accidents vont d'ailleurs en s'atténuant avec le temps, car il peut arriver que le câble s'enfonce peu à peu dans le sable ou dans la vase, ou se recouvre de dépôts et d'incrustations qui augmentent sa solidité.

Fabrication des câbles sous-marins. — Ces câbles sont formés d'un certain nombre de brins réunis en toron, généralement onze pour les câbles les plus gros; le brin placé l'axe possède ordinairement un diamètr rieur à celui des autres. Le toron est f au moyen d'un métier analogue à ce passementiers, ainsi que nous l'avons plus haut, par fragments de 1 ou 2 mil rins (le mille vaut 1855,28 m.); ces m sont ensuite réunis bout à bout.

On entoure ce toron d'une envelo gutta-percha appliquée à chaud; mais vant on enduit le cuivre de compositio terton, pour l'empêcher d'être mis à gutta venait à se fendiller. Par-dessus loppe de gutta-percha, on enroule suc ment et en sens inverse deux couc chanvre imprégné de tannin pour le inaltérable par l'eau. Un certain nombr câbles peuvent être réunis en toron et rés d'une nouvelle couche isolante qui le tient : on a alors autant de conducteu tincts que le câble contient de parties.

On entoure ensuite le câble d'une ar de fils de fer ou d'acier galvanisés, e sans torsion et en spires jointives sur longueur; cette armature est recouvert tour de deux enveloppes successives et lées en sens inverse, formées de chanvre gné de poix minérale ou d'un mélang phalte et de silicate de chaux. Cette env que l'on arrondit en faisant passer à travers une plaque métallique percée d' fice de grosseur convenable, sert à prot fer contre la rouille. On l'enduit enfin délayée dans l'eau, pour empêcher les s se coller les unes aux autres pendant l de la pose.

L'armature de fer est formée d'un non fils variable, suivant la résistance mé qu'on veut donner aux câbles. Cette rés doit être d'autant plus grande que l'on proche davantage des côtes, car c'est d parages que les câbles sont le plus ex l'action des tempêtes et aux accidents p par les ancres, engins de pêche, etc... A câbles d'atterrissement portent, par-de couche de chanvre extérieure, une seco mature formée de gros fils de fer galvan sont d'abord réunis en toron trois pa ces faisceaux sont ensuite enroulés en autour du câble (fig. 142, n° 3).

Les fils de fer qui doivent servir à f armatures, et les câbles eux-mêmes, ap fabrication, sont soumis à des essais aya but de constater qu'ils présentent bien tance mécanique indispensable.

igure 142 représente divers échantillons les sous-marins et sous-fluviaux. Le pre- est à sept conducteurs, formés chacun de rins de 0,8 mm. de diamètre; l'épaisseur lectrique est 8 mm.; l'armature est for- e 16 fils de fer galvanisés de 7 mm. Le se- st un câble sous-marin formé d'un seul cteur à sept brins; il est entouré par deux armatures de fils de fer galvanisé. Le troisième est un câble d'atterrissement à deux conducteurs formés de trois brins; la première armature est composée de treize fils de fer de 5 mm.; la seconde comprend douze torons de trois fils de même grosseur. Le quatrième est au contraire destiné aux mers profondes: il est formé de sept brins de bronze silicieux, et en-

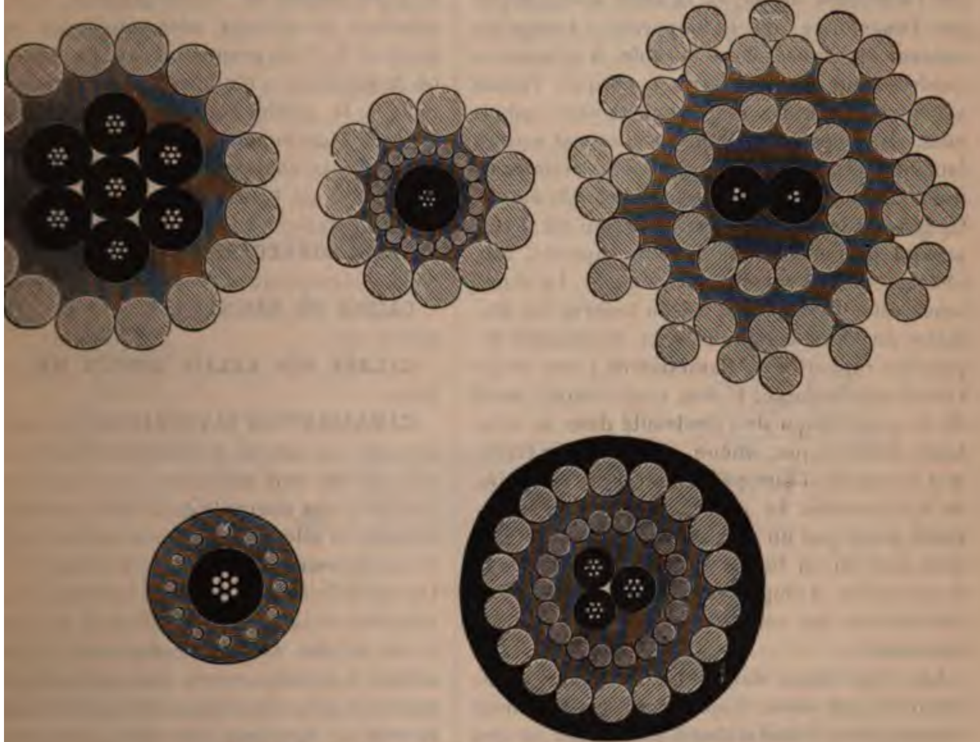


Fig. 142. — Câbles sous-fluviaux et sous-marins (Rattier).

d'une armature de douze fils de fer mm., couverts de filin à 4 mm.; il est isolé tta-percha.

 le dernier est un câble sous-fluvial à onducteurs, formés chacun de 7 brins; eux de ces conducteurs les brins sont de .; dans le troisième, ils sont de 0,75 mm.; e possède deux armatures de dix-huit fils de 3 et de 5 mm., et il est enfin recou- une composition asphaltique.

et entretien des câbles sous-marins. — de poser un câble, on fait des sondages eux pour déterminer la profondeur et la du fond, et l'on choisit le chemin le plus able. Le câble, enroulé sur de gros tam- est embarqué sur des navires de fort e, aménagés spécialement pour cet usage, ant marcher à volonté en arrière et en avant. Le Faraday, le plus grand des navires destinés actuellement à la pose des câbles, a 360 pieds de long et jauge plus de 6000 tonneaux. Quoique à hélice, il a l'avant et l'arrière exactement semblables et munis chacun d'un gouvernail. Il peut porter 1 500 milles de câble.

L'extrémité étant fixée à terre, le navire s'éloigne filant le câble derrière lui nuit et jour jusqu'à ce qu'il soit arrivé au terme de sa course. Des freins permettent de régler la vitesse d'immersion. On fait suivre au câble, autant que possible, la forme du fond; le navi reste constamment en communication élec que avec le point de départ par l'intermédia du câble, ce qui permet de constater à cha instant si la partie immergée est en bon é Lorsque le câble est très long, la pose se

en plusieurs fois ; c'est ce qui a lieu pour les câbles transatlantiques.

La transmission d'un courant électrique à travers les câbles sous-marins ne se fait pas aussi simplement que par un conducteur ordinaire. Ces câbles constituent en effet de véritables condensateurs, dont le collecteur est représenté par l'âme conductrice, le condenseur par l'armature de fer, et la lame diélectrique par l'enveloppe de gutta-percha. Lorsqu'un courant est lancé dans le câble, il charge ce condensateur avant d'arriver jusqu'à l'autre extrémité. Il faudra donc, pour envoyer un signal, un temps variable non seulement avec la longueur et la résistance du câble, mais aussi avec sa *capacité électrostatique par mille marin*. En général la vitesse de transmission est inversement proportionnelle à cette capacité, à la résistance et au carré de la longueur. La résistance est elle-même en raison inverse du diamètre de l'âme conductrice, et la capacité dépend du rapport des diamètres de l'âme et de l'enveloppe isolante. Il faut tenir compte aussi de la pénétration de l'électricité dans la substance diélectrique. Aucun récepteur ne transmet un signal d'Europe en Amérique en moins de 0,2 seconde. Le courant arrive graduellement, passe par un maximum, puis décroît jusqu'à zéro en un temps égal au premier. De là la nécessité d'employer pour la télégraphie sous-marine des récepteurs spéciaux (Voy. TÉLÉGRAPHIE).

Les réparations des câbles sous-marins nécessitent une série d'opérations extrêmement compliquées. Il faut d'abord déterminer par des procédés spéciaux dans quelle région exacte s'est produit le dérangement. Puis, afin que l'opération se fasse le plus promptement possible, des vaisseaux appartenant aux compagnies télégraphiques sous-marines et armés pour ce but spécial se tiennent constamment dans les parages où les accidents sont le plus fréquents.

CADRAN (TÉLÉGRAPHE A). — Voy. TÉLÉGRAPHE.

CADRE GALVANOMÉTRIQUE. — Bobine qui porte le fil du galvanomètre et renferme l'aiguille ; elle est le plus souvent rectangulaire, quelquefois ovale (galvanomètre Thomson). Dans certains instruments, le cadre est en cuivre ; les courants induits qui s'y développent alors amortissent rapidement les oscillations.

CAGE DE FARADAY. — Appareil imaginé par Faraday pour montrer que l'électricité se porte à la surface des corps conducteurs. C'est une

cage en treillage métallique ou
vert d'étain ; on peut la porter
élevé sans que les corps placé
manifestent la moindre trace d'é

CALORIE. — Unité de quantit
c'est la chaleur nécessaire pour
à 1° la température de 1 kilogram
fait souvent aussi usage de son
la *petite calorie* ou *calorie-gram*
quantité de chaleur nécessaire
fer de 0° à 1° un gramme d'eau.
ou la production d'une calorie-g
pond à la production ou à la
0,425 kilogrammètre. C'est l'*éq*
nique de la chaleur. En unités
équivalent est $0,425 \times 10^5 \times g$ er
$10^{-2} \times g$ watts $= 4,17$ watts (en pr

AME CORRECTRICE. — Org
reils télégraphiques de Hughes

CAISSE DE RÉSISTANCE. —
RÉSISTANCE.

CALAGE DES BALAIS (ANGL
BALAI.

CANALISATION ÉLECTRIQUE.
nissant une source d'électricité
reils qu'elle doit actionner. Ce c
destiné à des courants de faible
graphes et téléphones) ; il peut al
ou souterrain et formé de fils
Lorsqu'il doit transporter des cour
intensité (éclairage, transmission
il est le plus souvent souterrai
câbles. Les conducteurs aériens
ment des *fils*, et leur ensemble e
le nom de *ligne* (voy. ces mots).
nalisation est plutôt réservé aux
raines, que nous traiterons seul
teur trouvera au mot CABLE tout c
aux lignes sous-marines.

Les canalisations souterraines
fois formées de fils, le plus souv
Comme les conducteurs n'ont à
cune traction, étant soutenus
longueur, on les fait toujours e
bronze silicieux. Pour mieux pr
ducteurs, on les place ordinaire
conduites en fonte, en poterie
chaque conduite peut d'ailleur
nombre variable de câbles. Les
tent toujours de distance en dista
qui permettent de faire des essai
intermédiaires, de vérifier l'éta
teurs et de les remplacer au b
partie de leur longueur. A chaq
conducteurs doivent être numéro

e reconnaître facilement celui auquel on a re.

ns les tuyaux de fonte ou de poterie, le ucteur est introduit à une extrémité, et on pénétrer par traction de regard en regard. te opération se fait à l'aide d'un treuil voit à gauche (fig. 143), et auquel est é par une ficelle un chariot de traction, de trois armatures contenant des galets nte d'un diamètre inférieur à celui des x, et disposés de telle sorte que le galet lieu se trouve dans un plan perpendicu- à celui qui contient les deux galets ex- s. Ce chariot tire le câble, qui est attaché arrière par un grappin, et enroulé sur un our placé à droite de la figure. Le même dé est utilisé pour les lignes militaires.

Pour les conduites en ciment, on a proposé de les faire en deux parties : on place d'abord la partie inférieure, dans laquelle on étend le conducteur sans le soumettre à aucune traction, puis on place et on scelle par-dessus la partie supérieure du tuyau. Dans ce cas, la pose du câble se fait très simplement : il est commode de l'enrouler sur un tambour porté par des roues de voiture et traîné par des chevaux. On fait passer l'appareil le long de la rigole de ciment, dans laquelle le câble se place facilement.

Dans les villes, on utilise ordinairement les égouts pour y placer les conducteurs souterrains, ce qui évite de creuser des tranchées et d'établir des conduits. On a en outre l'avantage de pouvoir examiner facilement les conducteurs



Fig. 143. — Traction des câbles dans les conduites de fonte.

toute leur longueur. Mais il est bon d'em-yer alors des câbles sous plomb, pour les server de l'action des gaz et des vapeurs qui dégagent dans cette atmosphère viciée, ainsi de la dent des rongeurs. Les canalisations fonte sont employées en Angleterre, en Bel-que, et sur les grandes artères françaises. vent aussi, en Belgique, on fait usage d'une te de caniveau en briques dans lequel le le repose sur un lit de sable. Enfin, sur cer-nes lignes françaises, et en Allemagne, on mploie aucun conduit protecteur : le câble simplement déposé au fond d'une tranchée 1 mètre de profondeur. La figure 144 montre construction d'une ligne souterraine, au ment où l'on place une sorte de cuve en le formant la chambre terminale.

Nous donnerons, pour terminer cet article, lques indications sur les canalisations les s récentes, notamment sur celles établies à ris en 1889 par les diverses compagnies con-sionnaires de l'éclairage électrique.

La Société Édison a établi une canalisation à is fils, en circuits coniques, c'est-à-dire que les câbles vont en diminuant de section pour les uns et en augmentant pour les autres. Ces câbles sont en bronze silicieux. Ils sont placés dans des caniveaux en sable aggloméré (fig. 145) ayant 10 centimètres d'épaisseur, 37 de hauteur et 55 de largeur. Des traverses en fer, percées de 4 trous filetés, sont disposées de 2 mètres en 2 mètres pour supporter les isolateurs, qui sont des cloches doubles en porcelaine émaillée, fixées aux traverses par une vis et un écrou (fig. 146). Sur chaque cloche est vissée une pièce en fer galvanisé, munie d'une gorge profonde, dans laquelle on place les câbles, qui sont en cuivre nu.

Ces caniveaux sont établis à 15 centimètres de profondeur, sous les trottoirs. On a pratiqué au croisement des rues des puits de 6 ou 7 mètres de profondeur, reliés par une galerie de 1,5 m. de hauteur et 75 centimètres de largeur. Dans les petites rues, la compagnie, ne disposant que d'un emplacement beaucoup plus restreint, se sert de conduites rectangulaires en poterie.

La Société pour la transmission de la force



r l'électricité emploie également des fils de ivre nu, placés sur des cloches en porcelaine, et maintenus par des barrettes en fer galvanisé, serrées à l'aide de boulons.

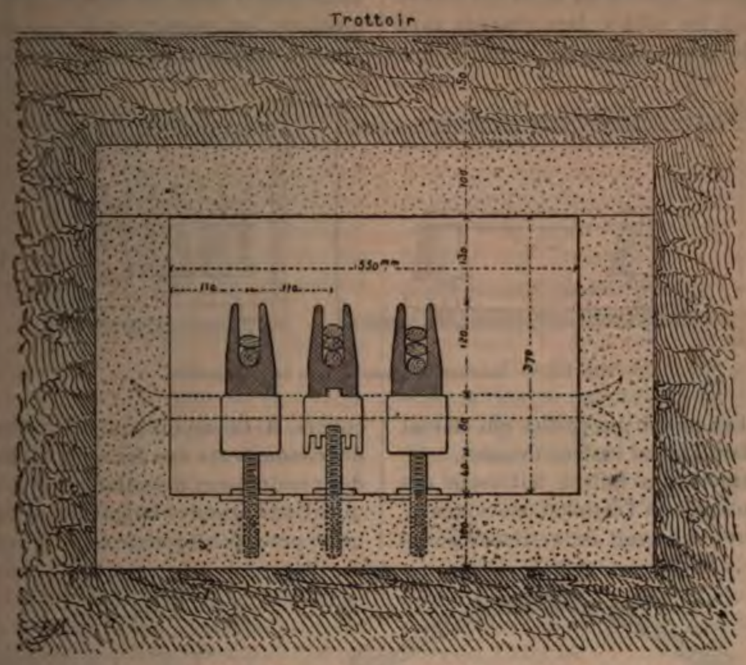


Fig. 145. — Canalisation de la compagnie continentale Édison.

La Compagnie V. Popp fait usage de tubes en de 20 centimètres de diamètre, semblables à ceux qu'elle emploie pour la distribution de l'air comprimé, et réunis par des bagues de caoutchouc et des colliers en fer à boulons. Les câbles reposent sur le fond de ces tuyaux (fig. 147).

Enfin le service municipal à basse tension a établi des caniveaux en ciment dans lesquels sont fixés des cadres en bois portant des crochets en fer vitrifié. Les câbles, soigneusement isolés au caoutchouc, sont posés sur ces crochets. Pour la distribution à haute tension, les





Fig. 146. — Isolateur en porcelaine.

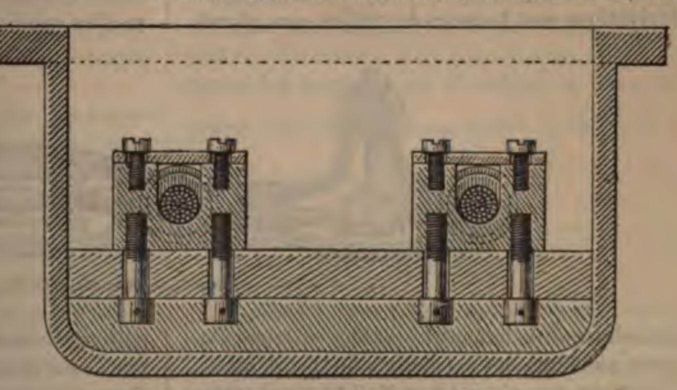


Fig. 147. — Canalisation de la compagnie V. Popp.

les sont placés dans des moulures en bois allées dans des caniveaux du même genre.

En Amérique, où l'éclairage électrique est très développé, les canalisations souterraines

sont généralement préférées aux fils aériens. A Chicago la canalisation, de forme cylindrique, comporte un grand nombre de trous au travers desquels passent les câbles. Des regards sont placés à tous les coins de rue pour envoyer les

fils dans toutes les directions. A Brooklyn, examiné au bout de deux ans une ligne so raine placée dans des tuyaux de bois endı créosote. Les garnitures de plomb étaient tement attaquées par l'aide carbonique,

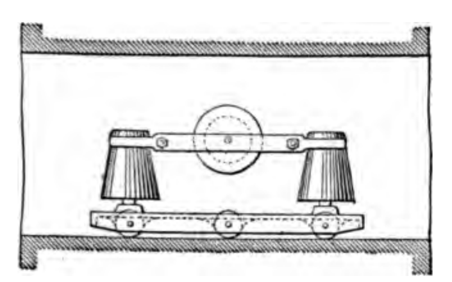
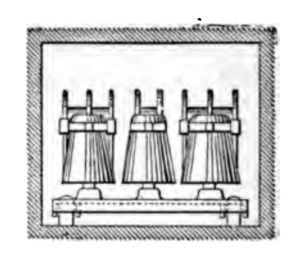



Fig. 148. — Canalisation Crompton avec supports mobiles.

qu'elles étaient en plomb pur; celles qui étaient mélangées d'étain étaient restées intactes.

La Société américaine Edison fait usage des dispositions indiquées à l'article CONDUCTEUR.

En Angleterre on se sert de systèmes parti-

culiers. M. Crompton, qui a le premier em des conducteurs nus dans des caniveaux, ı des conducteurs à section carrée, qui se ı quent par grandes longueurs et sont ass gides pour qu'on puisse espacer les suppo

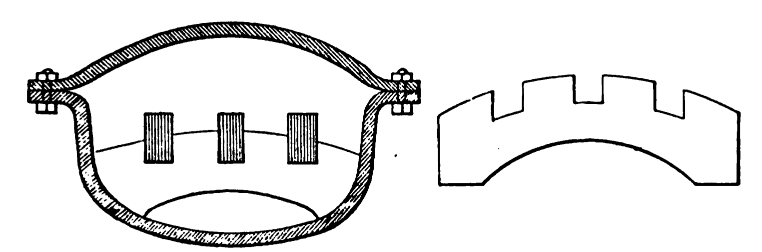


Fig. 149. — Canalisation de la Saint-James Company, à Londres.

15 à 20 mètres. Ces supports sont des isolateurs en verre verni, reliés par des cordelettes à d'autres fixés sur des poutres transversales. Des trous d'homme sont placés de distance en distance. Les dérivations sont formées de câbles sous plomb.

Pour les cas où les conducteurs fixes d'un emploi difficile, M. Crompton a in un petit chariot (fig. 148), qui porte des teurs. Ceux-ci soutiennent une poulie, sı quelle s'appuie la bande de cuivre. On peu

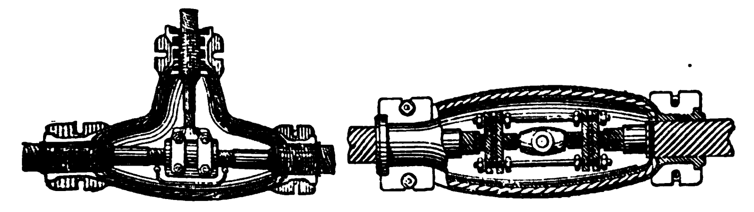


Fig. 150. — Canalisation Siemens, à Berlin.

introduire directement les câbles et leurs supports par l'une des extrémités de la conduite.

La *Saint-James's and Pall Mall Electric Lighting Company* se sert de lames minces et plates de cuivre nu, qu'on réunit en nombre convenable pour *obtenir la section voulue*, au moyen de

petites pièces en bronze. Ces conducteur placés sur champ dans des trous carrés pra dans des supports en faïence vernie, qu disposés dans une conduite en fonte, f par un couvercle boulonné. Ce système e coûteux; de plus, il tient peu de place et

ent étanche. Les différentes pièces de e sont réunies par des colliers en fonte ıplit de soudure à l'étain (fig. 149). nagne, on emploie presque exclusive- ystème Siemens. Les câbles (voy. ce soigneusement isolés par une couche nbibée de produits bitumineux, une de plomb, une seconde couche de ux séries de lames de fer recouvertes ıit protecteur. Ces câbles sont placés nt dans la terre, et réunis par des onction (fig. 150) qu'on remplit ensuite ɔn chaud et qu'on ferme au moyen

E. — Bougie de blanc de baleine, qui Angleterre d'unité d'intensité lumi- l'unité française, qui est la bougie de l'Étoile, vaut environ 1,15 candle; arcel, de 23,5 mm. de diamètre, brû- heure 42 grammes d'huile de colza ui équivaut à 6,5 bougies françaises, conséquent à peu près 7,4 candles. andle vaut environ 0,06 unité abso- unité absolue étant l'intensité, dans on normale, d'un centimètre carré de platine à la température de fusion.

LUMINEUSE. — Canne dont la emblable aux bijoux lumineux (Voy. enferme une petite lampe à incandes- ɔn peut actionner à l'aide d'une pile nsi que son commutateur, dans la ›-même.

THERMOMÉTRIQUE EXPLORA- · Voy. THERMOMÈTRE.

ÉLECTRIQUE. — Voy. BATEAU.

CHOUC. — Le *caoutchouc* ou *gomme* ›st un carbure d'hydrogène qu'on re- certain nombre de plantes équatoria- mment le *ficus elastica* (*artocarpées*), ı *cahuchu* (*euphorbiacées*), et l'*iatropha*

ıtchouc parfaitement pur est blanc, le. Celui du commerce est d'un brun ›xible, sensiblement imperméable. icité diminue quand la température

ange de caoutchouc et de soufre, 30°, éprouve une modification pro- ›st le *caoutchouc vulcanisé*. Il est extrê- ›ouple, nerveux et élastique. Il ne dur- ır le froid et ne se ramollit pas par :; il offre une grande résistance à la ion; il n'est pas attaqué par les dis- ɔrdinaires du caoutchouc; mais il ne pas à lui-même.

Le caoutchouc est employé quelquefois comme isolant; il isole mieux que la gutta-percha; mais il n'adhère pas au métal et il est plus difficile à appliquer.

CAP. — Angle que fait l'axe d'un navire avec l'aiguille de la boussole marine.

CAPACITÉ ÉLECTROSTATIQUE. — Lorsqu'on met un conducteur isolé en communication avec une source d'électricité, la charge qu'il prend ne dépend pas seulement du potentiel de cette source; elle varie encore avec la forme et les dimensions du conducteur; c'est ce qu'on définit par la capacité. Supposons qu'on donne d'abord une charge telle qu'il ait un potentiel V, puis qu'on ajoute une nouvelle quantité d'électricité égale à la première, il est évident que le potentiel sera devenu double également. La charge d'un conducteur M est donc proportionnelle à son potentiel V.

$$M = CV.$$

C est la capacité du conducteur.

Si l'on suppose $V = 1$, il reste $M = C$; la capacité est donc la charge qu'il faut donner au conducteur pour lui faire acquérir un potentiel égal à l'unité.

Nous avons supposé implicitement que le conducteur était assez éloigné de tout autre corps pour ne subir aucun phénomène d'influence. Nous montrerons (Voy. CONDENSATEUR) que le voisinage d'autres conducteurs a généralement pour effet d'augmenter la capacité. La définition qui précède doit donc être complétée ainsi : *La capacité d'un conducteur est la charge qu'il faut lui donner pour lui faire prendre un potentiel égal à 1, tous les conducteurs qui l'entourent étant en communication avec le sol.*

Capacité d'une sphère. — Nous citerons comme exemple la capacité d'une sphère, qui est très facile à déterminer. Soit M sa charge et R son rayon. Le potentiel est le même en tous les points intérieurs : or au centre il est $\frac{M}{R}$; on a donc

$$V = \frac{M}{R}$$

ou

$$M = RV.$$

La capacité d'une sphère est égale à son rayon. — La capacité d'un conducteur est donc de l'ordre des longueurs et s'exprime, comme une longueur, en centimètres.

Unités de capacité. — Dans le système électrostatique C. G. S., l'unité de capacité est la capacité d'une sphère d'un centimètre de rayon.

On emploie surtout le *farad*, unité pratique du système électromagnétique, et son sous-multiple le *microfarad* (Voy. FARAD).

Capacité de la terre. — La capacité de la terre dans le système électrostatique est égale à son rayon en centimètres, c'est-à-dire à

$$\frac{4 \times 10^9}{2\pi}$$

unités électrostatiques C.G.S., ou bien à

$$\frac{4.10^9}{2\pi \times 3^2 \times 10^5} = 708 \text{ microfarads.}$$

Remarque. — Le mot capacité indique une certaine analogie avec la capacité calorifique, mais tandis que cette dernière est une constante qui ne dépend que de la nature et du poids du corps, la capacité électrique d'un conducteur est indépendante de ces deux quantités, mais elle varie avec la forme et les dimensions et dépend même des corps voisins.

Mesure de la capacité. — Voy. CONDENSATEUR.

CAPACITÉ INDUCTIVE SPÉCIFIQUE. — Voy. POUVOIR INDUCTEUR.

CARACTÉRISTIQUE. — Courbe construite en prenant pour abscisses les intensités et pour ordonnées les forces électromotrices d'une machine d'induction, qui tourne avec une vitesse constante; cette courbe indique l'allure de la machine et permet d'en étudier le fonctionnement d'une manière très simple.

1° ***Machines magnéto-électriques et machines à excitatrice.*** — Dans une machine d'induction, la force électromotrice E est proportionnelle au nombre des spires de la bobine induite n, à l'intensité du champ magnétique F et enfin à la vitesse de rotation V. On peut donc écrire, en choisissant convenablement les unités :

$$E = nvF.$$

D'autre part, l'intensité du courant induit est donnée par

$$E = IR,$$

R étant la résistance totale du circuit.

L'expérience montre cependant que ces formules ne sont pas exactes : si l'on fait varier la vitesse de rotation, la force électromotrice n'est pas proportionnelle à cette vitesse, mais augmente moins vite que ne l'indique la formule; de plus, si l'on fait varier la résistance R, en modifiant le circuit extérieur, les valeurs de l'intensité ne sont pas en raison inverse de cette résistance, ce qui devrait être, puisque la force électromotrice doit être constante, d'après la première formule.

Ces différences peuvent s'expliqu réaction du courant induit sur l'i réaction qui a pour effet de diminue sité du champ d'autant plus que ce c plus intense. Pour tenir compte de fluence, on peut admettre, comme approximation, que l'affaiblissement est proportionnel à l'intensité et re par

$$F' = F - AI,$$

ce qui donne

$$E = nvF - AnvI.$$

La courbe qui représente cette éq prenant les intensités pour absciss forces électromotrices comme ordon *caractéristique* de la machine ; dans c une ligne droite qui s'abaisse réguli partir de l'axe des y. Elle représente ment les résultats de l'expérience, c d'accord avec les valeurs trouvées pa nus Thompson pour une machine m Gramme.

D'autre part, en faisant varier la rés manière à maintenir l'intensité M. Joubert a obtenu les résultats suiv

Nombre de tours par minute.	E en volts.	Rapp
500	103	0,2
720	145	0.2
1070	208	0.1

On voit que dans ce cas la force é trice est presque proportionnelle à la

2° ***Machines dynamo-électriques.*** — dérations précédentes ne peuvent évi pas s'appliquer aux machines dyna lesquelles le champ magnétique es par le courant induit lui-même ; la champ est donc une fonction de l'inte

$$F = f(I).$$

D'ailleurs on a toujours

$$E = nvF$$

et

$$E = IR.$$

On peut tirer de là, en éliminant E e

$$I = \frac{nv}{R} f(I),$$

ou

$$\frac{I}{f(I)} = \frac{nv}{R}.$$

Si l'on connaissait l $f(I)$, on pourrait résou

étant inconnue, supposons, comme première approximation, qu'on puisse mettre le premier membre sous la forme A + BI.

$$\frac{nv}{R} = A + BI.$$

Les expériences de M. Frölich sur une machine Gramme et sur une machine Siemens et Halske montrent que, entre certaines limites, cette formule est suffisamment exacte.

Remplaçons enfin dans cette équation R par $\frac{E}{I}$; il viendra

$$nvI = E(A + BI).$$

ou

$$BEI - nvI + AE = 0.$$

Si l'on porte l'intensité I en abscisse et E en ordonnée, cette équation représente une hyperbole équilatère EOE', passant par l'origine et ayant ses asymptotes parallèles aux axes et situées l'une à une distance $\frac{nv}{B}$ au-dessus de l'axe des x, l'autre à une distance $\frac{A}{B}$ à gauche de l'axe des y. La branche de cette courbe comprise dans l'axe XOY a été nommée par M. Marcel Deprez la *caractéristique* de la machine (fig. 151); il l'obtient expérimentalement en

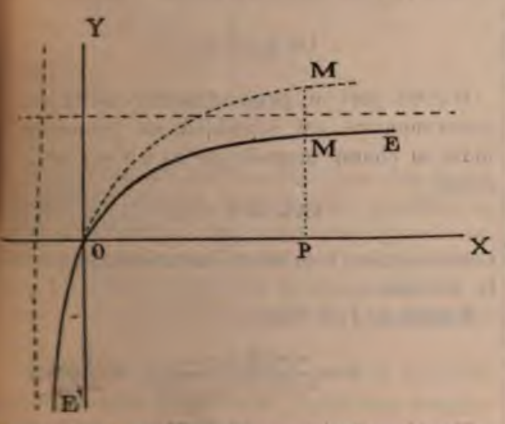


Fig. 151. — Caractéristique d'une machine dynamo-électrique.

faisant passer dans l'inducteur, séparé du circuit, le courant d'une source distincte dont on fait varier l'intensité, et déterminant dans chaque cas la force électromotrice correspondante.

Influence de la vitesse. — L'étude de cette courbe permet de se rendre compte facilemen du fonctionnement de la machine. Ainsi l'on peut, à l'aide de la caractéristique qui correspond à une vitesse v, obtenir facilement celle qui est relative à une autre quelconque v'. En effet, l'équation peut s'écrire

$$E = \frac{nvI}{A + BI}.$$

On voit que E est proportionnel à v, toutes choses égales d'ailleurs. Il suffit donc, pour avoir la nouvelle caractéristique, de faire varier toutes les ordonnées dans le rapport $\frac{v'}{v}$

$$\frac{PM'}{PM} = \frac{v'}{v}.$$

Par conséquent, connaissant la caractéristique pour une vitesse v, on peut trouver ainsi la vitesse v' avec laquelle il faut faire tourner la machine pour obtenir une force électromotrice donnée E', connaissant soit la résistance totale, soit l'intensité. Si l'on connaît par exemple l'intensité I, on prend OP = I et l'on mesure PM = E. L'ordonnée de la caractéristique cherchée doit être E'. On a donc

$$\frac{v'}{v} = \frac{E'}{E}.$$

La vitesse actuelle doit donc être multipliée par $\frac{E'}{E}$. On peut de même chercher la valeur de E' pour une vitesse donnée v', ou la valeur de I pour avoir une force électromotrice déterminée E' avec une vitesse donnée v', etc. Enfin, si le circuit contenait une force contre-électromotrice, il n'y aurait qu'à la retrancher de la force électromotrice.

Influence du nombre des spires de l'induit. — On obtiendrait de la même manière la caractéristique qui correspondrait à un autre nombre n' de tours de spires de l'induit, toutes choses égales d'ailleurs.

Influence de la résistance. — Joignons maintenant l'origine O à un point quelconque M de la caractéristique (fig. 152). On a

$$\operatorname{tg} MOP = \frac{MP}{OP} = \frac{E}{I} = R.$$

La tangente trigonométrique de l'angle MOP représente donc la résistance totale du circuit, lorsque l'intensité est figurée par la longueur OP. On voit que si cette résistance va en diminuant, l'intensité augmente d'une façon continue; la force électromotrice croît d'abord très vite, puis devient à peu près constante.

Si l'on augmente au contraire cette résistance, la plus grande valeur pour laquelle on puisse obtenir un courant correspond évi-

demment à la tangente trigonométrique de l'angle XOT, formé par la droite OT, tangente à la courbe au point O. Si la résistance dépasse cette limite, la machine ne fournit plus de courant. Cependant, en augmentant la vitesse, on peut relever la caractéristique, et par suite augmenter la valeur de cette limite. On connaît donc ainsi la plus petite vitesse pour laquelle la machine donnera un courant dans un circuit de résistance connue. On nomme *tours morts* les tours effectués par l'induit avant d'avoir atteint cette vitesse.

Si, pendant la marche, la vitesse se ralentit au-dessous de cette limite, la machine est *désamorcée*.

Différence de potentiel entre deux points. — La caractéristique permet encore de trouver la différence de potentiel ε qui existe entre deux

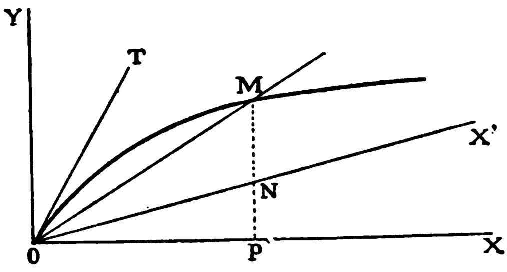


Fig. 152. — Mesure des différences de potentiel à l'aide de la caractéristique.

points quelconques du circuit. Soit en effet r la résistance de la partie du circuit limitée par ces deux points et comprenant la machine, et R la résistance totale. On a, d'après les lois d'Ohm

$$\frac{\varepsilon}{E} = \frac{R-r}{R}.$$

Menons une droite OX' telle que

$$\operatorname{tg} PON = r$$

et la droite OM, qui correspond à la résistance totale R, de sorte que l'on ait

$$\operatorname{tg} POM = R.$$

D'où

$$\frac{r}{R} = \frac{PN}{PM}$$

$$\frac{R-r}{R} = \frac{PM - PN}{PM} = \frac{MN}{PM} = \frac{\varepsilon}{E}.$$

Mais PM $=$ E. Donc MN $= \varepsilon$.

On peut notamment trouver de cette manière la différence de potentiel aux bornes de la machine, en faisant r égale à la résistance même de la machine.

Détermination expérimentale de la cara[ctéristi]que. — Pour obtenir cette courbe expéri[menta]lement, il suffit de faire varier la rés[istance] extérieure et de mesurer l'intensité cor[respon]dante à l'aide d'un ampèremètre.

Si la machine est excitée en dérivation, [on opère] encore de même, mais on excite les ind[ucteurs] par un courant indépendant et constant.

Caractéristique externe. — Soit r la rés[istance] de la machine et OX' la droite détermi[née par]

$$\operatorname{tg} PON = r.$$

Si, après avoir construit la courbe OM[, on la] considère comme rapportée aux axes [OX',] OY, on voit que les ordonnées telles q[ue MN] indiqueront, non plus la force électrom[otrice,] mais la différence de potentiel aux [bornes.] C'est pourquoi elle a été désignée par [M. Syl]vanus Thompson sous le nom de *caracté[ristique] externe*.

Caractéristique d'une machine à double [excita]tion. — Considérons maintenant une d[ynamo] qui reçoit une double excitation, les [induc]teurs ayant deux fils, dont l'un est parco[uru par] le courant d'intensité i d'une excitatric[e indé]pendante, l'autre étant monté en série [sur la] machine elle-même.

Soient R la résistance extérieure, r c[elle de] l'induit, ρ celle des inducteurs

$$I = \frac{E}{R + r + \rho}.$$

D'autre part on peut admettre que l[a force] électromotrice est sensiblement prop[ortion]nelle au champ magnétique ou à $I + i$, [ce qui] donne

$$kE = nv(I + i).$$

Cette équation représente la caractéristi[que de] la machine.

Éliminons I; il vient

$$E = \frac{nvi(R + r + \rho)}{k(R + r + \rho) - nv}.$$

Cherchons maintenant la différence de [poten]tiel ε aux bornes; on a

$$\frac{\varepsilon}{E} = \frac{R}{R + r + \rho};$$

d'où

$$\varepsilon = \frac{nviR}{k(R + r + \rho) - nv} = \frac{nvi}{k + \frac{k(r+\rho) - }{R}}$$

Ce qui montre que la double excitati[on per]met de rendre constante la différence

quelle que soit la résistance R; il suf-
n ait

$$k(r+\rho)-nv=0.$$

ation précédente se réduit alors à

$$\varepsilon=\frac{nvi}{k}.$$

oit donc que ε n'est constant que pour
ème valeur de la vitesse.

osons au contraire que le fil parcouru
courant de la machine soit monté en dé-
n; soit i' le courant qu'il reçoit, i'' celui
rcourt le circuit extérieur, et I le courant

uation de la caractéristique est

$$kE=nv(i+i'),$$

a (Voy. COURANTS DÉRIVÉS).

$$I=i'+i''$$
$$i'\rho=i''R$$
$$I=\frac{E(R+\rho)}{r(R+\rho)+R\rho}.$$

éliminant E, I et i' entre ces quatre équa-
, on trouve

$$i''=\frac{nvi\rho}{kr\rho+R(kr+k\rho-nv)};$$

itensité i'' sera donc indépendante de r si

$$kr+k\rho-nv=0,$$

n aura

$$i''=\frac{nvi}{kr}.$$

tte condition est la même que plus haut.
même machine pourra donc satisfaire à
quelconque des deux conditions, en
geant seulement, à l'aide d'un commuta-
les liaisons entre les différents fils.
calcul se ferait de même pour une machine
ound.

RILLON ÉLECTRIQUE. — Petit appareil
rant les attractions et répulsions électri-
. Trois timbres sont suspendus à la même
eur (fig. 153), les deux extrêmes par des
es qui les mettent en communication avec
machine électrique, celui du milieu par un
soie isolant. Ce dernier est relié au sol
ne chaîne. Deux petites balles métalliques
suspendues par des fils de soie à égale dis-
des timbres. Lorsque la machine fonc-
e, les timbres extrêmes sont par exemple
ifs, et celui du milieu se charge négative-
par influence. Les balles métalliques viennent frapper l'un des timbres voisins et se charger à son contact : elles sont alors repoussées par celui-ci et attirées par l'autre, qu'elles



Fig. 153. — Carillon électrique.

vont frapper à son tour. Le mouvement alternatif continue tant qu'on fait marcher la machine.

Bouteille à carillon. — La même expérience peut se faire avec une bouteille de Leyde, une balle métallique étant suspendue par un fil de soie entre deux timbres dont l'un est placé sur la tige qui termine l'armature intérieure et l'autre sur une tige qui communique avec l'armature extérieure. Les deux armatures ayant des charges contraires, la balle frappe alternativement les deux timbres, et la bouteille se décharge peu à peu; l'araignée de Franklin montre le même phénomène.

CARREAU CONDENSATEUR, CARREAU DE FRANKLIN OU DE LEYDE. — Condensateur formé de deux feuilles d'étain collées sur les deux faces d'une lame de verre, dont les bords sont vernis à la gomme laque.

CARREAU ÉTINCELANT ou **TABLEAU MAGIQUE.** — On donne quelquefois ce nom à un condensateur qui diffère du précédent seulement par la substitution de limaille métallique à l'une des feuilles d'étain ; on voit des étincelles pendant la charge et la décharge comme avec la bouteille de Leyde étincelante.

Le plus souvent on désigne sous ce nom une lame de verre sur l'une des faces de laquelle on a collé des bandes d'étain horizontales et très étroites; chacune de ces bandes est reliée avec la suivante à une extrémité, mais la communication se fait alternativement à gauche et à droite, de sorte que l'ensemble forme un conducteur continu et en zigzag du haut en bas de la plaque de verre. On pose cette plaque sur un dessin quelconque, et l'on coupe les bandes d'étain en chaque point où elles rencontrent le dessin. L'appareil ainsi préparé, il suffit de relier le haut des bandes d'étain avec une machine électrique et le bas avec le sol : des étincelles jaillissent à toutes les interruptions et reproduisent le dessin.

CARTE MAGNÉTIQUE. — Voy. MAGNÉTISME TERRESTRE et DÉCLINAISON.

CARTOUCHE ÉLECTROLYTIQUE. — M. Tommasi a imaginé plusieurs sortes de cartouches, qui, au lieu de matières dangereuses à transporter, telles que poudre, dynamite, etc., renferment seulement des liquides inoffensifs. L'un des modèles est formé d'un tube de verre épais, rempli d'une solution concentree de carbonate de potasse et traversé aux deux bouts par des fils de platine. Lorsqu'on fait passer un courant dans l'appareil, l'hydrogène et l'acide carbonique qui prennent naissance font éclater la cartouche, lorsqu'ils ont atteint une pression suffisante. Un autre modèle, qui contient une solution de chlorure d'ammonium, donne par l'électrolyse de l'acide chlorhydrique et du chlorure d'azote, corps très explosif.

Ces cartouches peuvent être employées utilement dans les mines, les carrières, le percement des tunnels, etc.

CASSE-FIL ÉLECTRIQUE. — Disposition destinée à avertir au moyen d'une sonnerie lorsque le fil d'un métier vient à casser ou même à arrêter le métier. Le casse-fil de M. Richard est extrêmement simple. Avant d'arriver au point où il doit être utilisé, le fil, maintenu horizontal, porte un petit cavalier de platine en forme d'U renversé. Au-dessous du cavalier est un vase de verre à deux compartiments contenant du mercure. Lorsque le fil casse, le cavalier tombe et ses deux branches, plongeant dans les deux compartiments, ferment un circuit qui contient une pile et une sonnerie, ou même un appareil destiné à arrêter le métier.

Le casse-fil peut prévenir également lorsque le fil présente des rugosités trop considérables; il suffit qu'il traverse une plaque métallique percée d'un trou de diamètre convenable. Si le fil est trop gros, il est arrêté par la plaque, casse, et le cavalier tombe.

CATHION. — Élément qui, dans l'électrolyse d'un composé, suit le sens du courant et porte à l'électrode négative, le bain étant d[ans] le circuit extérieur.

CATHODE. — Électrode négative d'un b[ain] galvanique, sur laquelle se portent l'hydrog[ène] et les métaux.

CAUTÈRE CHIMIQUE, GALVANIQUE, THERMIQUE. — Voy. GALVANOCAUTÈRE.

CAUTÉRISATION GALVANIQUE. — Voy. GALVANOCAUSTIQUE.



Fig. 154. — Cercle de Barrow.

CERCLE DE BARROW. — Instrument se[r]vant à la mesure de l'inclinaison et de l'inte[n]sité totale du champ terrestre.

La figure 154 représente l'instrument di[s]posé pour les mesures d'inclinaison : l'aigui[lle] C est dans une sorte de boîte fermée en [ar]rière par une feuille de verre taillé B, et t[er]minée en avant par le cercle G, sur lequel tour[ne] un bras mû par une vis tangente P, auquel [est] fixée une alidade portant des microscopes D

...iers H munis de loupes. L'appareil peut ... autour d'un axe vertical et la rotation ...urée par un vernier sur le cercle E ; l'axe ...e d'abord rendu bien vertical à l'aide du ...R et des vis calantes.

...it que trois méthodes peuvent être em... pour mesurer l'inclinaison (Voy. CHAMP ...RE ET INCLINAISON) : on peut tourner l'ap...ur le cercle E jusqu'à ce que l'aiguille ...ngle minimum avec l'horizontale ; elle ...s dans le méridien, et cet angle est l'in...n. On peut s'appuyer aussi ...que l'aiguille se place ver...ent lorsqu'elle est dans un ...rpendiculaire au méridien. ...a meilleure méthode con... déterminer les angles i' et ...ait l'aiguille avec l'horizon ...deux plans rectangulaires ...aques ; on a l'inclinaison i ...formule

$$\mathrm{tg}^2 i = \mathrm{cotg}^2 i' + \mathrm{cotg}^2 i''.$$

...n emploie la première mé... qui est la moins précise, ...t sur la vis jusqu'à ce qu'on ...une des extrémités de l'ai...au centre du champ d'un ...croscopes, puis on tourne ...eil, en agissant sur la vis P ...nière à voir toujours la ...de l'aiguille dans le micro...et l'on s'arrête quand l'in...n est minimum.

...ote la position des deux ver...i l'autre pointe de l'aiguille ...s au centre du champ du ...microscope, on l'y amène ... de la vis, on lit de nou...s verniers, et on prend la ...ne.

... la seconde méthode, pour ...r l'aiguille exactement dans ...idien magnétique, on s'appuie sur ce ...se tient verticale dans le plan perpen...re au méridien. On fait coïncider les ...es verniers H avec la ligne 90°-270°, et ...rne jusqu'à ce que les extrémités de ...e soient au centre du champ des micro... On fait la même correction que plus ...uis on tourne l'appareil sur le cercle E ...exactement : l'aiguille est dans le mé... et l'on détermine l'inclinaison avec les ...tions indiquées ci-dessus.

..., si l'on a recours à la troisième méthode, ce qu'on fait le plus souvent, on mesure l'angle de l'aiguille dans un azimuth quelconque, en opérant comme nous l'avons dit, puis on tourne l'appareil sur le cercle E de 90° exactement, et l'on recommence la mesure. On a ainsi deux angles i' et i'' qui permettent de calculer l'inclinaison par la formule ci-dessus.

Quel que soit le procédé employé, pour avoir des résultats très exacts, on doit prendre encore quelques précautions. On refait toutes les lectures en retournant l'aiguille sur ses supports, de sorte que l'extrémité de son axe qui était d'abord dirigée vers la face de l'instrument soit tournée vers le fond ; puis on refait les lectures de l'inclinaison en retournant la boîte de 180° ; enfin on réaimante l'aiguille en sens contraire en la plaçant dans le support de bois K, où on l'assujettit par la pince L ; on recommence ensuite toutes les lectures. On corrige ainsi les erreurs dues à ce que l'aiguille n'est pas suspendue par son centre de gravité, à ce que l'axe de symétrie ne coïncide pas avec la ligne des pôles, et celles qui sont dues aux iné-

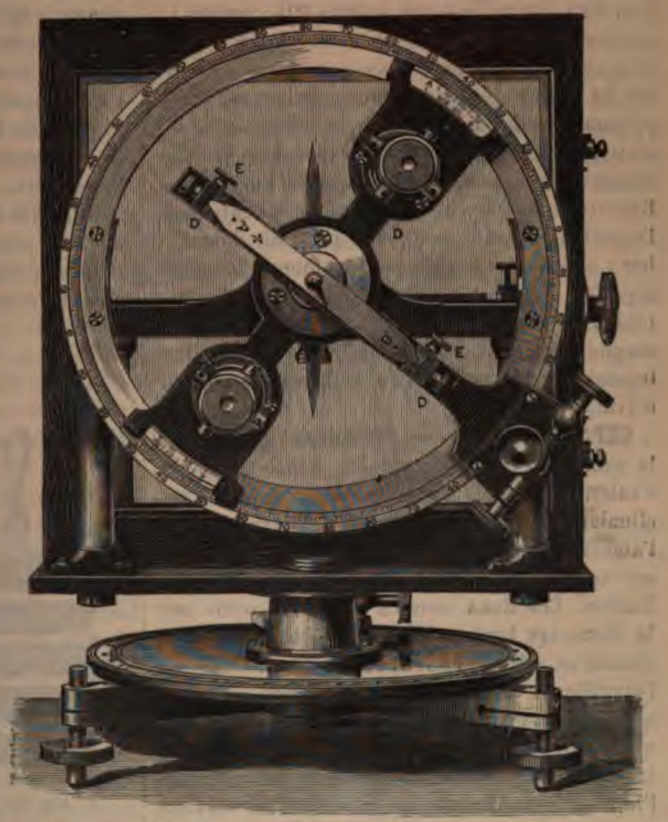


Fig. 155. — Cercle de Barrow disposé pour la mesure de la force totale.

poids affectant l'équilibre de l'aiguille ou de son pivot. Cela fait trois lectures pour l'inclinaison, et quatre pour déterminer la déviation.

Le cercle de Barrow sert aussi à déterminer l'intensité totale du champ terrestre; la figure 155 le montre disposé pour cette mesure. On se sert pour cela de deux aiguilles additionnelles 3 et 4. L'aiguille 3 est une aiguille d'inclinaison ordinaire; l'autre est munie d'un petit contre-poids fixe, agissant en sens contraire du champ terrestre. On place l'aiguille 3 dans l'appareil et l'on fixe l'aiguille 4 sur le bras BD, comme le montre le dessin; puis on tourne la vis P jusqu'à ce que l'aiguille mobile 3 se trouve au centre du champ des microscopes, par conséquent perpendiculaire à l'aiguille 4, et l'on note la déviation, qui fait connaître le rapport de l'action terrestre au moment magnétique de l'aiguille 4. Ensuite on enlève l'aiguille 3 et on lui substitue l'aiguille 4, dont on note la position d'équilibre; elle donne le rapport du moment magnétique au moment du contre-poids. En multipliant les deux lectures, on élimine le moment magnétique, et l'on a le quotient de l'action terrestre par le moment du poids, qui est connu d'avance.

CERCLE DE FOX. — Instrument employé à la mer pour les observations d'inclinaison et d'intensité magnétique. C'est une boussole d'inclinaison analogue au cercle de Barrow, dont l'aiguille est entre deux cercles gradués parallèles, le cercle antérieur étant plus petit que l'autre. Ces deux cercles ont leurs zéros sur le diamètre horizontal, de sorte que les divisions se correspondent exactement. L'axe de l'aiguille se termine par des pivots cylindriques très courts, tournant dans des trous garnis de rubis. Cette disposition diminue un peu la sensibilité, mais elle garantit l'aiguille de l'influence du tangage ou du roulis. Le tout est renfermé dans une boîte cylindrique de laiton.

Les mesures d'inclinaison se font en plaçant le limbe dans le méridien, et lisant les divisions placées en regard des deux pointes de l'aiguille. On retourne le limbe de 180° et l'on refait deux lectures. On prend la moyenne de ces quatre observations. L'emploi des deux cercles sert à empêcher les erreurs de parallaxe; en outre, les divisions extérieures servent de vernier.

Pour les observations d'intensité, l'aiguille porte en son milieu une petite roue à gorge autour de laquelle passe un fil de cocon portant deux crochets à ses extrémités. Un même poids est suspendu successivement aux deux crochets, et l'on prend la demi-différence des deux le
tures : elle donne le rapport du moment
poids au produit de la force terrestre par
moment magnétique de l'aiguille. On détermi
ensuite ce moment magnétique en faisant ag
l'aiguille sur une autre, et l'on peut connaîtr
la force terrestre.

CERF-VOLANT ÉLECTRIQUE. — Dispositio
employée par Franklin (1752) pour se procur
l'électricité des nuages orageux. Il utilisa da
ce but les propriétés des pointes : un cerf-vola
muni d'une pointe et attaché à une corde
chanvre fut lancé vers les nuages, et, la plu
ayant rendu la corde plus conductrice, on p
en tirer des étincelles semblables à celles d
machines électriques. De Romas répéta la mêm
expérience l'année suivante en enroulant auto
de la corde un fil de cuivre, qui conduisait mie
l'électricité.

CHAINE GALVANIQUE. — Disposition do
née à la pile de Volta par Pulvermacher et em
ployée quelquefois pour les usages médicau
Chaque élément (fig. 156) est formé d'un fil



Fig. 156. — Chaîne galvanique de Pulvermacher.

zinc et d'un fil de cuivre enroulés en spira
sans se toucher, autour d'un petit cylindre
bois. Le tout forme une chaîne qu'il suffit
plonger dans du vinaigre pour obtenir un co
rant. Cette pile a l'avantage de n'occuper qu'
petit volume ; mais en revanche elle a l'inco
vénient de s'affaiblir très vite et de donner p
suite des effets de grandeur incertaine.

CHAINETTE ÉLECTRO-DYNAMIQUE. — M. Riecke désigne sous ce nom la courbe d
sinée par un fil flexible, sans pesanteur, p
couru par un courant et placé dans un cha
magnétique.

En particulier, lorsque ce champ est uniforme et que la ligne qui joint les deux points d'attache est perpendiculaire à sa direction, la courbe est un arc de cercle.

CHALEUR VOLTAIQUE. — Chaleur produite dans un conducteur par le passage d'un courant. Ce phénomène est régi par la loi de Joule. (Voy. Échauffement).

CHAMP ÉLECTRIQUE. — Portion de l'espace où se fait sentir l'action du système électrisé considéré. Il est ordinairement illimité; il peut cependant être limité, par exemple lorsque le système est à l'intérieur d'un conducteur fermé communiquant avec le sol.

Direction et intensité du champ. — On appelle direction et intensité du champ en chaque point la direction et l'intensité en ce point de la force électrique, c'est-à-dire de la résultante des actions exercées par toutes les masses considérées sur l'unité d'électricité positive placée en ce point. La direction est celle que prendrait, en se chargeant par influence, une très petite aiguille conductrice suspendue par son centre de gravité au point considéré. Le champ est nul à l'intérieur d'un conducteur en équilibre, puisque la force y est nulle. Il est ordinairement commode de substituer dans les calculs l'action du champ à celle des masses qui le produisent.

Le champ est parfaitement déterminé lorsqu'on connaît la disposition des lignes de force et des surfaces équipotentielles.

Champ uniforme. — On dit qu'un champ est *uniforme*, lorsque la force y est constante en grandeur et en direction en tous les points. Les lignes de force sont alors des droites, et les surfaces équipotentielles des plans perpendiculaires à ces droites.

CHAMP MAGNÉTIQUE. — On nomme *champ magnétique* la portion de l'espace où se fait sentir l'action du système magnétique considéré. Le champ est généralement indéfini.

Nous indiquons plus haut (Voy. Actions) les lois auxquelles obéissent les actions magnétiques; on peut voir qu'elles sont identiques à celles qui régissent les attractions et les répulsions électriques. Grâce au choix des unités de masse électrique et de masse magnétique, on peut, dans les calculs, assimiler absolument les masses magnétiques à des masses électriques de même valeur; les conséquences qu'on tirera dans un cas relativement au champ et au potentiel s'appliqueront également à l'autre. Mais il faut bien remarquer qu'il n'y a identité entre les deux phénomènes que dans les *valeurs numériques*, et que, s'ils sont tous deux, sans nul doute, des modifications d'un même milieu, ces modifications sont de nature absolument distincte; ainsi les masses magnétiques sont complètement fixes et ne tendent pas à passer d'un point à un autre, comme les masses électriques.

Direction et intensité du champ. — On nomme *direction* et *intensité* du champ en un point la direction et l'intensité de la force magnétique qui agirait sur une masse positive égale à l'unité placée en ce point.

Champ magnétique terrestre. — La terre agit sur les aimants et donne par suite naissance à un champ magnétique. On sait que, dans un espace relativement assez grand, par exemple dans une même salle, une aiguille aimantée prend une direction constante. Les lignes de force sont donc parallèles dans tout cet espace, et le champ terrestre est uniforme.

La direction du champ terrestre est celle que prendrait une aiguille aimantée suspendue librement par son centre de gravité. Vu la difficulté d'obtenir un appareil de ce genre, on détermine d'abord la position du plan vertical qui contient la force (déclinaison), puis l'angle que fait cette force avec l'horizontale (inclinaison).

Pour mesurer l'intensité (Voy. ce mot), on mesure seulement la composante horizontale et l'inclinaison.

Composantes du champ terrestre. — Pour étudier ce champ, il y a avantage à décomposer la force en plusieurs composantes.

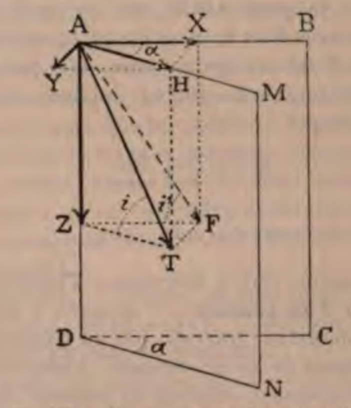


Fig. 137. — Composantes du champ terrestre.

Cette force est située dans un plan vertical qu'on appelle le méridien magnétique, et fait avec l'horizontale un angle i qu'on nomme inclinaison.

Il est évident qu'on peut décomposer l'inten-

sité totale T du champ (fig. 157) en une composante horizontale

$$H = T \cos i,$$

et une composante verticale

$$Z = T \sin i.$$

Une aiguille de déclinaison, mobile seulement dans un plan horizontal, n'est soumise qu'à la première.

Mais il peut y avoir intérêt à décomposer encore la force H en deux autres. Prenons en effet un barreau assujetti à se mouvoir dans un plan vertical, par exemple une aiguille d'inclinaison : supposons que ce plan ABCD fasse un angle α avec le méridien magnétique AMND, et soit A l'un des pôles de l'aiguille, qui n'est pas figurée.

La force horizontale H peut se décomposer en

$$X = H \cos \alpha$$

parallèle au plan ABCD et

$$Y = H \sin \alpha$$

perpendiculaire à ce plan.

On a donc pour les trois composantes

$$X = T \cos i \cos \alpha$$
$$Y = T \cos i \sin \alpha$$
$$Z = T \sin i.$$

Si l'aiguille considérée était libre, elle se placerait dans le méridien, dans la direction de la force T ; mais, comme elle est assujettie à rester dans le plan ABCD, elle ne peut obéir qu'aux forces X et Z, et se dirige suivant la résultante F de ces deux forces. Elle fait donc avec l'horizontale un angle i' (inclinaison apparente), tel que

$$\operatorname{tg} i' = \frac{Z}{X} = \frac{\operatorname{tg} i}{\cos \alpha}$$

ou

$$\operatorname{cotg} i' = \operatorname{cotg} i \cos \alpha.$$

Cette relation sert à déterminer l'inclinaison.

Champ d'un courant. — Ampère a montré qu'un conducteur traversé par un courant fait naître autour de lui un véritable champ magnétique, identique à celui qu'on pourrait obtenir par l'action d'un aimant. L'identité est même beaucoup plus complète que celle que nous signalons ci-dessus entre le champ électrique et le champ magnétique : le champ d'un courant et celui d'un aimant doivent donc être dus à des modifications de *même espèce* d'un même milieu. Aussi la forme du champ d'un courant peut être mise en évidence par l'expérience fantômes magnétiques.

Nous citerons quelques exemples : ainsi courant rectiligne, assez long pour qu'on pui le considérer comme indéfini, donne pour lig de force des cercles concentriques, ayant l plan perpendiculaire au fil et leur centre sur fil. Pour l'observateur d'Ampère, regard vers ses pieds, la force est dirigée sur ces lign de droite à gauche. Les surfaces équipote tielles sont des plans équidistants passant p le fil. L'intensité du champ est en raison inver de la distance au fil.

Dans l'intérieur d'une longue bobine cyli drique à enroulement uniforme, le champ uniforme, au moins lorsqu'on ne s'approche p trop des extrémités. Si n est le nombre d spires par unité de longueur et I l'intensité courant, l'intensité du champ est

$$F = 4\pi n I.$$

CHANDELIER. — Support servant à maint nir les bougies électriques et à faire commun quer les deux charbons avec le générateu (Voy. Bougie).

CHARBON A LUMIÈRE. — Davy, qui fit premier l'expérience de l'arc voltaïque, se se vait de baguettes de charbon de bois éteint da l'eau ou le mercure, qui brûlaient réguliér ment et avec un bel éclat. Ces baguett s'usaient trop vite pour pouvoir servir à u usage industriel. Foucault réalisa un grand pr grès en les remplaçant par des bâtons de cha bon de cornue, beaucoup plus denses et s'usai bien moins vite. Cette substance, qui fut lon temps employée, présentait cependant enco de graves inconvénients. Sa composition n'éta pas homogène, il s'use souvent d'une façon i régulière, en produisant des variations de l mière assez grandes, et peut même parfo éclater. Les variations d'éclat sont dues à l présence de matières étrangères et notamme de silice qui, moins fixes que le charbon, vaporisent et forment une flamme qui entou l'arc.

On a cherché à purifier les charbons de co nue en plaçant d'abord les baguettes taillé dans un bain d'alcali qu'on porte au rouge, a de transformer la silice en silicate fusible potasse ou de soude. On les lave ensuite à l'e bouillante, puis on les introduit dans des tub de porcelaine chauffés au rouge, et dans le quels on fait passer un courant de chlore q transforme en chlorures volatils les oxydes fer, de silicium, de sodium, de potassium, e

Les résultats obtenus avec ces charbons étaient un peu meilleurs.

Charbons de cornue artificiels. — M. Jacquelain a imaginé de fabriquer le charbon de cornue en partant de substances hydrocarburées bien pures, par exemple des goudrons purifiés par distillation ; on les fait passer dans un tube de 15 centimètres de diamètre porté à une haute température, et l'on obtient des plaques qu'on débite à la scie. Ces charbons donnent de très bons résultats : la lumière est fixe, blanche et supérieure d'environ 25 p. 100, dans les mêmes conditions, à celle que donnent les charbons ordinaires ; mais ils ont l'inconvénient d'être très difficiles à débiter et de donner beaucoup de déchets.

Charbons agglomérés. — Les charbons les plus employés actuellement en Europe sont ceux de Carré et de Gauduin.

M. Carré prépare une pâte formée de 50 parties de coke bien pur en poudre, 20 parties de noir de fumée calciné et 30 parties d'un sirop de sucre et de gomme. Ce mélange, comprimé à l'aide d'une presse, traverse une filière qui lui donne la forme cylindrique et le diamètre convenable ; puis on le coupe à la longueur voulue. Les baguettes sont alors placées horizontalement dans un creuset de fonte, sur un lit de coke en poudre ; on superpose ainsi plusieurs rangées, séparées par des feuilles de papier, et l'on recouvre d'un couvercle. On chauffe ensuite au rouge cerise pendant au moins quatre ou cinq heures, dans un four à plusieurs étages. Les charbons sont alors plongés dans un sirop bouillant de sucre ou de caramel, en laissant refroidir plusieurs fois, pour que le sirop pénètre dans les pores, puis ils sont soumis à un certain nombre de cuissons, séparées par autant d'immersions dans le sirop de sucre. A chaque nouvelle cuisson, on les descend d'un étage, le four ayant autant d'étages qu'on veut faire de cuissons. Enfin les charbons sont séchés, d'abord lentement, puis dans une étuve dont la température est élevée peu à peu jusqu'à 80°.

Il existe plusieurs autres procédés analogues. M. Gauduin obtient un charbon compact en décomposant par la chaleur des brais secs ; ce charbon est réduit en poudre impalpable, puis aggloméré à l'aide des carbures d'hydrogène obtenus dans la distillation du brai.

En Amérique, on fabrique les charbons avec du coke de pétrole et on les comprime dans des châssis plats, au lieu de les passer à la filière.

Charbons à mèche. — On rend l'arc plus fixe et plus régulier en employant, au pôle positif seulement, un charbon dans lequel on a pratiqué, en le passant à la filière, un trou axial, qu'on remplit avec une substance appelée *mèche*, plus conductrice que le charbon.

Charbons cuivrés et nickelés. — En Amérique, on se sert beaucoup, pour l'éclairage public, de charbons recouverts d'un dépôt galvanique de cuivre ou de nickel, ce qui augmente leur conductibilité et leur durée. Mais l'éclat et la couleur sont moins fixes, ce qui leur fait préférer en Europe les charbons nus.

CHARGE. — Synonyme de *masse électrique* et de quantité d'électricité. La charge M que prend un conducteur isolé mis en communication avec une source de potentiel V est égale au produit de sa capacité C par ce potentiel

$$M = CV.$$

Charge résiduelle. — Lorsqu'on a déchargé un condensateur à lame isolante en faisant communiquer les deux armatures, on peut cependant obtenir quelques instants après une nouvelle étincelle, suivie quelquefois de plusieurs autres. L'existence de ces résidus, découverts par Franklin, s'explique par la pénétration de l'électricité dans la lame isolante. On le montre par la bouteille de Leyde à armatures mobiles (Voy. ce mot).

Il résulte de là que, si on laisse un condensateur en communication avec une machine pendant un temps de plus en plus long, sa charge maximum pourra augmenter avec le temps, jusqu'à ce que l'absorption par la plaque diélectrique devienne insensible.

D'autre part, si l'on veut donner à un condensateur des charges égales dans des expériences successives, en les mesurant par exemple avec une bouteille de Lane, il faudra perdre inutilement la première charge : le résidu restant ensuite sensiblement constant, les décharges qu'on obtiendra après la première correspondront bien à des quantités égales d'électricité.

CHARIOT. — Organe du transmetteur du télégraphe de Hughes (Voy. Télégraphe).

CHATTERTON. — Nom donné à un mélange de 3 parties de gutta-percha, 1 de résine et 1 de goudron de Stockholm, employé comme isolant dans les câbles sous-marins par M. Chatterton, et appliqué depuis à l'isolement d'autres appareils.

CHAUFFAGE. — Bien qu'on cite ordinairement comme l'un des principaux avantages de la lumière électrique celui de n'échauffer qu

fort peu l'atmosphère, l'électricité peut cependant donner de la chaleur et même être employée dans certains cas comme procédé de chauffage. La Société des usines électriques de Berlin a mis récomment à profit cette propriété, et fournit à la fois à ses abonnés la lumière et le chauffage, le courant employé étant dans les deux cas mesuré de la même manière et payé au même tarif. Les appareils employés au chauffage sont spécialement disposés dans ce but, afin d'obtenir le meilleur rendement possible : ainsi, pour faire bouillir de l'eau, on se sert d'une bouillotte à deux enveloppes, entre lesquelles est placée une bobine de résistance, et qui permet de porter à l'ébullition en vingt minutes un volume de 85 centilitres d'eau avec 4 ampères et 100 volts. La même Société a disposé dans quelques théâtres des fourneaux électriques pour chauffer les fers à friser, etc., les becs de gaz et les lampes à alcool étant rigoureusement interdits pour éviter les incendies.

Chauffage des wagons. — M. Courcelles a imaginé de chauffer les wagons au moyen de fils de fer que traverse le courant d'une machine dynamo. Ces fils tendus horizontalement sont serrés entre des plaques de cuivre et de plomb verticales, et le tout est disposé dans des récipients en métal semblables aux bouillottes ordinaires à eau chaude. Lorsqu'on fait passer le courant, les plaques s'échauffent au contact du fil, et l'appareil peut atteindre une température de 85°.

Chauffage des tramways. — La *Burton Electric C°*, de Richmond (Virginie), chauffe les voitures de ses tramways à l'aide de la canalisation électrique qui sert pour la traction. Pour cela, une résistance en forme de gril est placée dans une boîte de 70 centimètres de longueur, 20 de largeur et 10 de hauteur, renfermant de la terre réfractaire. Quatre chaufferettes de ce genre, disposées en tension, sont montées sur une dérivation de la ligne ayant une différence de potentiel d'environ 450 volts. On fait passer un courant de 6 ampères pendant 15 à 20 minutes ; puis, les appareils ayant atteint la température voulue, on ne conserve qu'un courant de 3 ampères pour empêcher le refroidissement. Chaque chaufferette consomme donc, en marche normale, environ 350 watts.

CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE. — Voy. LOCOMOTIVE et MONORAIL.

Chemin de fer électrique de table. — Petit appareil qui permet de faire facilement et rapidement tout le service d'un repas, sans qu'aucun domestique pénètre dans la manger; le premier modèle a été install l'hôtel de M. Gaston Menier, à Paris.

Un train électrique, qui va de l'offic salle en traversant un petit tunnel pratiqu la muraille, apporte et remporte les plat assiettes et fait le tour de la table en acco sant rapidement et sans bruit, sous la tion du maître de la maison, toutes les m vres nécessaires au service.

L'installation comprend deux parties tielles, la voie et le train. Le véhic compose d'une plate-forme de 75 centi de longueur et de 22 centimètres de l pivotant sur deux boggies : l'un de ces b n'est qu'un truck à deux essieux serva support, l'autre porte le petit moteur dy électrique, qui est formé d'une double en T du genre Siemens. L'appareil pèse 7 grammes à vide et peut porter une c totale de 25 kilogrammes.

La voie se compose de quatre rails par fixés sur des planchettes en chêne qu'o pose bout à bout en nombre convenabl vant la longueur de la table. Les deux extérieurs, qui supportent les roues du cule, sont isolés l'un de l'autre et en co nication avec l'inducteur du moteur dy électrique. Les rails intérieurs reçoive petits galets de contact à l'aide desqu font communiquer l'induit du moteur av batterie d'accumulateurs toujours chargé commutateur, intercalé dans ce circuit et à la droite du maître de la maison, lui p d'arrêter le train et même de changer l de sa marche par une simple inversi courant dans l'induit. Le démarrage et se font très rapidement.

Pour faire le tour de la table, le trai parcourir successivement deux voies p des deux côtés de la table, devant chaqu gée de convives. Vu les dimensions du t était difficile de réunir les deux voie extrémités de la table, par une cour forme de demi-cercle, parce qu'on n'aur pu lui donner un rayon suffisant : il préférable de remplacer cette dispositi un aiguillage automatique à chaque bou deux aiguillages sont maintenus dans u sition donnée par des ressorts, et la v toujours faite d'un même côté. Lors train arrive dans un sens, il appuie rails et fait lui-même l'aiguillage. Lorsq vient en sens contraire, il rencontre l'aig en pointe et s'engage sur l'autre voie.

lanchettes en chêne sur lesquelles sont
s rails reposent elles-mêmes sur des
s placés de distance en distance, et qui
la voie à 10 centimètres environ au-
du niveau de la table. L'espace ainsi
sous la voie sert à placer les menus
lu service : couverts, salières, etc.

CHE-BALLE. — Appareil servant à re-
r les projectiles métalliques dans une
e. (Voy. EXPLORATEUR ÉLECTRIQUE). La ba-
'induction voltaïque peut servir au même

CHEUR. — Organe du télégraphe Bau-
oy. TÉLÉGRAPHE).

CHEUR DE FUITES. — Appareil qui
les fuites de gaz en actionnant une son-
u en portant un fil de platine à l'incan-
ce.

ins appareils utilisent la facilité avec
e le gaz d'éclairage, vu sa faible densité,
e les membranes poreuses. Celui
ll, par exemple, est formé d'un tube en
contient du mercure. L'une des bran-
largie en entonnoir, est fermée par une
poreuse de plâtre; l'autre renferme
ls de platine qui communiquent avec
e et une sonnerie. D'ordinaire, le mer-
e s'élève pas jusqu'à ces fils, de sorte
circuit est rompu et la sonnerie au re-
ais, si l'on approche l'appareil d'une
gaz, pénétrant par endosmose à travers
e, produit à l'intérieur un accroissement
sion, qui refoule le mercure dans l'autre
e, où il vient bientôt au contact des fils
ine : le circuit est alors fermé et la son-
onctionne.

hercheur Arnould est fondé au contraire
périence dite de la lampe sans flamme.
qu'une spirale de platine chauffée au
t portée dans un jet de gaz non allumé
candescente par la combustion lente de
et souvent même s'échauffe assez pour
mer le jet. L'appareil est formé d'une
de platine B portée au rouge sombre par
ant d'une pile. Lorsqu'on rencontre une
a spirale s'échauffe jusqu'au rouge blanc
combustion lente du gaz, et l'on est
aussitôt par le changement d'éclat. Une
étallique C entoure la spirale et empê-
flammation du jet de gaz. La figure 158
l'ensemble de l'appareil et la disposi-
éorique. Le manche renferme une pile à
sement A au bichromate de potasse,
que à celle de l'allumoir électrique du
inventeur. Quand l'appareil est renversé,
le zinc ne plonge pas dans le liquide ; lorsqu'on
le place dans la position que représente le
dessin, le zinc est immergé et la pile fonctionne.
La partie qui surmonte le manche contient la



Fig. 158. — Chercheur de fuites (système Arnould).

spirale B et deux résistances D et E, qu'on
peut intercaler à volonté dans le circuit en fai-
sant varier à l'aide d'un bouton la position du
ressort qui établit le contact. Cette disposition
sert à régler l'éclat de la spirale. On commence
par abaisser complètement le bouton, de ma-
nière à donner le maximum de résistance ; puis
on relève ce bouton, s'il est nécessaire, jusqu'à
ce que le fil de platine ait atteint la tempéra-
ture convenable. Il faut éviter qu'il soit trop
chaud, car on ne verrait plus l'augmentation
d'éclat.

Le chercheur qui précède présente évidem-
ment un petit défaut : c'est que, si l'on opère
en plein jour, il peut être difficile de constater
la variation d'éclat du fil de platine. Pour
éviter cet inconvénient, l'inventeur a trans-
formé son appareil et utilisé l'élévation de tem-
pérature de la spirale pour mettre en marche
une sonnerie. La figure 159 montre cette nou-
velle disposition. La pile est renfermée dans
une boîte séparée et réunie à la spirale par
deux conducteurs renfermés dans un câble sou-
ple. Le chercheur diffère seulement du précé-
dent en ce que la spirale D est en partie recou-
verte par une lame A formée de plusieurs

métaux juxtaposés, et qui tend à se redresser par la dilatation. Lorsqu'au voisinage d'une fuite la spirale devient plus chaude, cette lame se redresse assez pour venir toucher la p de la vis B, et il s'établit alors par CABFG courant dérivé qui actionne la sonneri

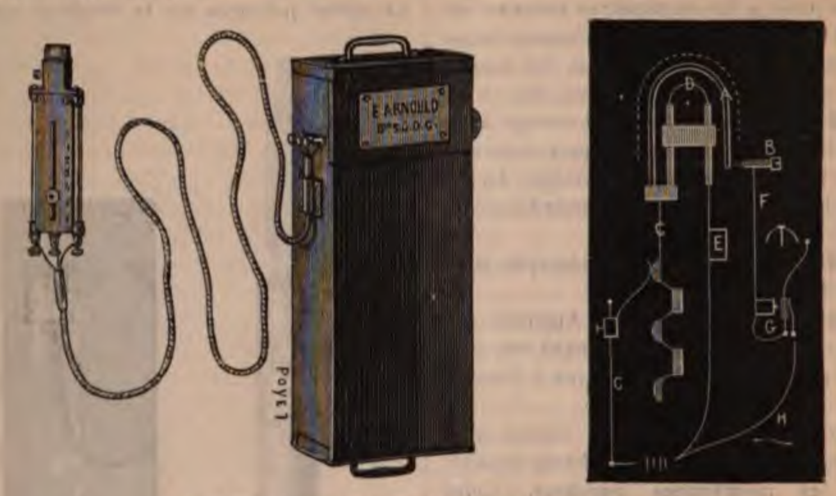


Fig. 159. — Chercheur de fuites à pile indépendante et sonnerie.

Ainsi disposé, l'appareil est parfaitement transportable et suffit à déceler les plus petites fuites.

CHERCHEUR SOUS-MARIN. — Sous ce nom, M. Mac-Évoy a appliqué la balance d'induction voltaïque à la recherche des objets métalliques, torpilles, ancres, etc., au fond des mers. Les lampes à incandescence, comme celle de Trouvé, peuvent servir au même but.

CHEVAL-VAPEUR. — Unité de puissance mécanique employée dans l'industrie et qui correspond à un travail de 75 kilogrammètres par seconde. Un cheval-vapeur correspond donc à $75 \times 981 \times 10^5 = 736 \times 10^7$ ergs ou à 736 watts par seconde.

CHOC EN RETOUR. — On nomme ainsi le phénomène qui produit la mort d'un animal lorsque la foudre tombe dans son voisinage. On admet généralement que l'animal s'est chargé peu à peu jusqu'à un potentiel élevé par l'influence du nuage électrisé, et qu'il revient ensuite brusquement à l'état neutre, au moment même où le nuage se décharge. On peut expliquer aussi ce phénomène par un violent courant d'induction dû à la chute de la foudre.

CHRONOGRAPHE ÉLECTRIQUE. — Enregistreur électrique inscrivant à la fois les phases successives d'un phénomène et les instants précis où elles se produisent. Dans certains cas, un *électro-diapason* (voy. ce mot) suffit à tracer presque directement la loi du mouvement; dans les cas plus compliqués, on se sert de chronographes, dont l'électro-diapason forme e le plus souvent la partie essentielle.

On emploie surtout les chronographes lindre, formés d'un cylindre qui tourne a de son axe, et dont la surface est enfumé recouverte d'un papier. Si le mouvement d lindre est rigoureusement uniforme, on p déterminer une fois pour toutes l'angle d tourne en une seconde, et il suffira d'enr trer sur le cylindre le mouvement qu'on étudier; en traçant ensuite des générat dont la distance corresponde à une fraction nue de seconde, on déterminera facileme durée de chaque phase du phénomène.

Il est cependant préférable de ne pas cher à rendre le mouvement de rotation faitement uniforme et de disposer, à cô style qui enregistre le mouvement étudi électro-diapason qui inscrit une sinusoïde. diapason fait par exemple 1000 vibration seconde, chaque sinuosité de la courbe co pond à 0,001 seconde. Le rapprochemen deux tracés permet d'étudier les diverses ses du phénomène et de déterminer leur d

Si l'on veut prolonger l'inscription pe un temps supérieur à une révolution du dre, il faut éviter que les tracés correspo aux tours successifs se recouvrent les u autres. Le cylindre est alors monté sur u dont l'une des extrémités est filetée et s'e dans un écrou fixe, tandis que l'autre est et tourne librement dans un collier. Gr

disposition, le cylindre avance parallèle- à son axe en même temps qu'il tourne, et ers points de sa surface décrivent en réa- s hélices parallèles et de même pas. Les inscripteurs tracent donc des courbes idales qui ne se superposeront pas, si le la vis est assez grand. Il est évident qu'on t le même résultat en faisant seulement er le cylindre autour de son axe et en nt l'électro-diapason et l'appareil enregis- sur un chariot qui avance avec une vitesse nable parallèlement à l'axe du cylindre. disposition a même l'avantage de permettre de faire varier le pas des hélices, suivant les phénomènes qu'on veut étudier.

La figure 160 représente un chronographe destiné aux observations astronomiques et notamment aux observations méridiennes. L'enregistrement se fait sur un disque tournant, ce qui permet de conserver les feuilles plus facilement. Un style, commandé par une horloge régulatrice, qui émet un courant toutes les secondes, inscrit le temps. Un autre enregistre les observations de l'opérateur. Ces deux séries de signaux sont tracées sur une même spire continue, décrite par les deux styles, le premier in-

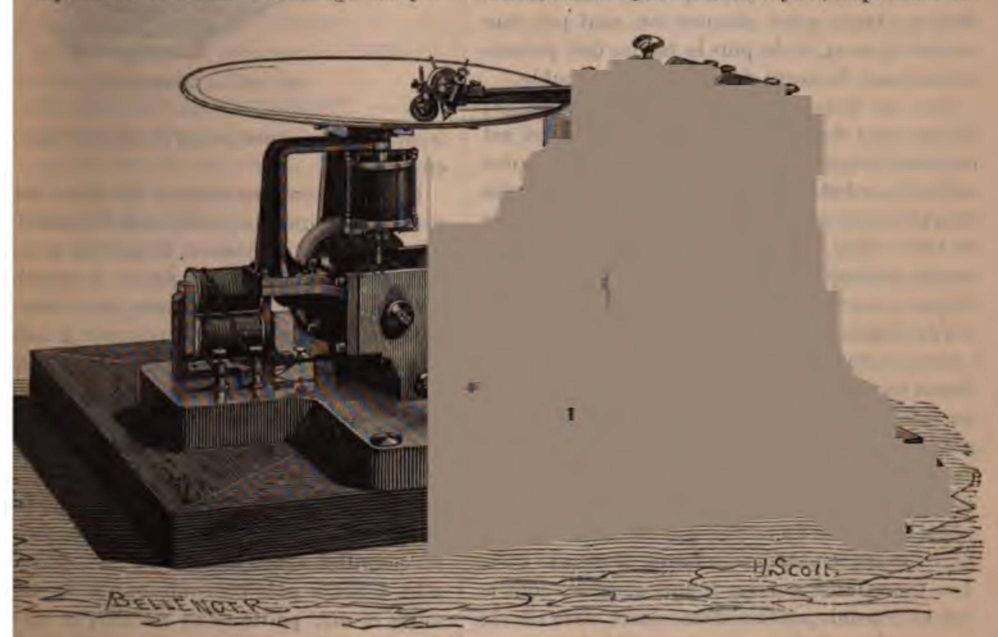


Fig. 160. — Chronographe à plateau circulaire.

nt la seconde par une déviation latérale à du trait, l'autre par une déviation à e.

igine de la minute est marquée par une uption du courant. Les relevés se font avec pporteur en corne transparente. Grâce à oi d'une fusée pour la corde du moteur, aces parcourus en une seconde sont peu nts vers le bord et au centre.

eut employer aussi comme chronographe epteur de télégraphe Morse ou un appa- alogue, sur le papier duquel un style fait rque chaque fois que se produit le phé- e étudié ; une horloge lance, à intervalles rs, un courant dans un autre électro-ai- ont le style inscrit le temps sur la même de papier.

Dans les appareils précédents, les styles inscripteurs sont ordinairement commandés par des électro-aimants. Il est nécessaire que les phénomènes à enregistrer ne se succèdent pas trop rapidement, car les pièces mobiles exigent pour se déplacer un temps qui dépend de leur masse et des forces auxquelles elles sont soumises, et de plus l'aimantation et la désaimantation du fer doux ne se font pas instantanément. Ces défauts n'ont pas d'inconvénients, si l'on se borne à comparer les indications d'un même appareil; mais il n'en est plus de même si l'on compare les résultats d'instruments différents, car les causes de retard varient de l'un à l'autre. Si l'on veut enregistrer des phénomènes très rapprochés, les mêmes causes peuvent introduire de la confusion dans les tracés.

M. Marcel Deprez a construit un appareil dans lequel ces retards sont rendus insignifiants, une aimantation très faible suffisant pour actionner le style (voy. SIGNAL ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE).

On a cherché aussi à éviter les inconvénients des électro-aimants en construisant des chronographes fondés sur d'autres phénomènes électriques, par exemple les actions chimiques. Un style appuie constamment sur une bande de papier préparé, qui se déroule d'un mouvement uniforme. Lorsque le courant passe, l'électrolyse du composé qui imprègne le papier produit une coloration qui dépend de sa nature. Mais les traits ainsi obtenus ne sont pas toujours très nets, et de plus le papier doit présenter toujours le degré d'humidité convenable.

On a fait aussi des chronographes à étincelle : tel est celui de Schultze. Le cylindre noirci est en métal argenté et communique avec l'un des pôles d'une bobine d'induction, dont l'autre pôle est relié avec un fil de platine entouré d'un tube de verre effilé. Chaque fois que le phénomène étudié provoque l'interruption du courant inducteur, une étincelle jaillit entre le cylindre et l'extrémité du fil de platine, qui est toujours à une petite distance de sa surface. L'étincelle forme sur le cylindre au point frappé une petite auréole au centre de laquelle on voit un petit point très brillant. Ces chronographes ont un grave défaut : c'est que le chemin le moins résistant n'est pas toujours le plus court, et par suite l'étincelle ne frappe pas toujours le point du cylindre le plus voisin du fil. Il résulte de là une incertitude sur les temps étudiés, dont la valeur dépend, pour un même écart, de la vitesse du cylindre, ainsi que l'a montré M. Deprez.

Les chronographes sont fréquemment employés par les physiciens, les astronomes, les physiologistes, etc. Citons notamment les nombreux appareils de M. Marey, ceux de M. Cornu pour la vitesse de la lumière, de M. Lœwy pour la détermination des longitudes, etc.

CHRONOPHONE. — Réveille-matin imaginé par M. H. Lévy. Il se compose d'une caisse formant porte-montre (fig. 161) et contenant une pile et une sonnerie. Elle porte un crochet auquel on suspend une montre, dont le verre est percé d'un petit trou. En faisant tourner ce verre, on amène sur l'heure voulue une tige mobile, qu'on fait communiquer avec l'un des pôles de la pile par l'intermédiaire de la flèche, tandis que l'autre pôle est relié au crochet et par conséquent aux rouages et aux aiguilles de la montre. Un commutateur, placé à la partie supérieure, permet d'introduire à volonté dans le circuit la sonnerie que renferme la boî[te ou] une autre sonnerie, placée par exemple [dans] une chambre de domestique, ou même les [deux] à la fois. Lorsque l'aiguille des heures [vient] rencontrer la tige mobile, le circuit se tr[ouve]



Fig. 161. — Chronophone.

fermé, et les sonneries qu'il contient sont [mises] en branle.

Deux boutons permettent de faire tint[er, le] premier la sonnerie placée dans l'appareil, [pour] appeler à petite distance, le second la son[nerie] extérieure, qui peut être placée à une dist[ance] quelconque. Le chronophone peut donc s[ervir] de réveille-matin ou d'avertisseur à toute [dis]tance; il permet de réveiller simultané[ment] deux personnes assez éloignées, par exem[ple le] maître et le domestique. Enfin la montre [peut] être portée dans la poche comme une m[ontre] ordinaire.

CHRONOPHORE. — Sorte de réveille-m[atin] imaginé par M. Silas. C'est une pendule [dont] les aiguilles sont reliées à l'un des pôles [d'une] pile. L'autre pôle communique avec une [son]nerie et une petite fiche métallique qu'o[n en]fonce dans le cadran devant le chiffre indi[quant] l'heure à laquelle on veut être averti. Q[uand] l'aiguille des heures rencontre cette fiche [elle] ferme le circuit et la sonnerie se fait enten[dre].

CHRONOSCOPE. — Sorte de chronog[raphe] imaginé par Wheatstone et sur lequel on [pou]vait pointer électriquement les millièm[es de] seconde.

CHUTE DE POTENTIEL ou **CHUTE É[LEC]TRIQUE.** — Différence de potentiel entre [deux] points.

CIBLE ÉLECTRIQUE. — Cible munie d'u[n sys]tème d'avertissement électrique, qui fait [con]naître au tireur quelle est la région frappé[e par] la balle. La cible est divisée en un certain [nom]bre de carrés ou de rectangles égaux ; u[n ta]bleau placé près du tireur est divisé de la [même] façon. Lorsque la balle frappe un des car[rés, il] s'établit un courant qui fait apparaître un [signe] sur la case correspondante du tableau. L[e]

qui produit ce courant est obtenu de deux ...res différentes, suivant les appareils : ...eux à percussion, une pièce métallique, ... derrière chaque carré, reçoit le choc de ...e et ferme le circuit; dans les autres, ... carré lui-même qui bascule pour opérer ...ermeture.

...ible en métal peut encore être formée de ...nneaux concentriques qui ne se touchent ...errière chaque anneau se trouve une pe...ne métallique qu'il vient toucher lorsqu'il ...ppé par une balle. Ce contact ferme un ... comprenant une pile et un électro-ai...placé près du tireur, l'armature de cet ..., en se déplaçant, découvre le numéro ...pondant à l'anneau touché.

...CONSCRIRE UN DÉRANGEMENT. — Éli..., par une série méthodique de recher...outes les parties du circuit qui ne con...nt pas le dérangement cherché.

...CUIT ÉLECTRIQUE. — Ensemble des ap...s traversés par un courant. Un circuit ...end donc : la source d'électricité, les con...rs et les appareils que doit actionner le ...t. Lorsque le circuit ne présente aucune ...uption, au point de vue électrique, on dit ...st *fermé ;* le courant passe. Dans le cas ...ire, le circuit est *ouvert*.

...E-BOTTES ÉLECTRIQUE. — Ce petit appa...g. 162), imaginé vers 1887, par M. Henry

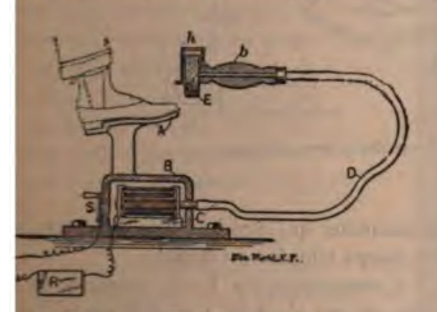


Fig. 162. — Cire-bottes électrique.

...dner de Boston, montre bien qu'il n'est ...e application à laquelle l'électricité ne ... convenir. Une boîte B, surmontée d'une ... A, contient un petit moteur électrique, ...n peut modifier la vitesse en intercalant ...le circuit une résistance variable R. Le ...r actionne une brosse E, placée au bout ... tige flexible D; la brosse tourne sur elle...e, et elle est recouverte d'une capote *h*, ...née à arrêter les éclaboussures de cirage. ...rend à la main la poignée *b* pour diriger ...ouvement de la brosse.

CLAVIER. — Manipulateur des télégraphes Hughes, Baudot, etc., qui présente la forme d'un clavier.

CLEF. — Nom donné à un certain nombre d'interrupteurs.

Clef de Morse. — Manipulateur du télégraphe Morse. Il est souvent employé comme interrupteur dans des expériences où il suffit de fermer un circuit pendant un temps très court.

CLICHÉ GALVANOPLASTIQUE. — Reproduction par la galvanoplastie d'une gravure sur bois destinée à l'impression. On donne ensuite de la dureté aux clichés en les aciérant. Les clichés galvaniques sont beaucoup plus résistants que les bois, et, comme on peut les reproduire facilement, on peut obtenir ainsi un tirage illimité (voy. Électrotypie).

CLOCHE ÉLECTRIQUE. — Type particulier de sonnerie électrique dans lequel le mécanisme est suspendu à l'intérieur d'une cloche de bronze, que vient frapper le marteau. (Voy. Sonnerie électrique).

Cloches pour l'exploitation des chemins de fer. — Depuis quelques années, les compagnies de chemins de fer font usage de cloches électriques placées aux stations et le long de la voie, et destinées à compléter la protection des trains : ces cloches font entendre un nombre convenu de coups pour avertir du départ d'un train dans une certaine direction, et peuvent en outre servir à transmettre certains signaux conventionnels. L'emploi des cloches a été rendu obligatoire sur les lignes à voie unique où la circulation est un peu active, par une circulaire ministérielle du 13 septembre 1880.

Les compagnies françaises font usage de trois systèmes principaux.

1° Les *cloches Leopolder*, actionnées par des courants continus, employées par la compagnie P.-L.-M.

2° Les *cloches Siemens*, à courants d'induction, adoptées par la compagnie du Nord.

3° Les *cloches mixtes*, présentant différentes combinaisons des deux premiers types, employées par les autres compagnies.

Cloches Leopolder. — Les cloches sont munies d'un électro-aimant dans lequel circule constamment le courant d'une pile constante (pile Meidinger). Lorsqu'on interrompt ce courant, l'armature de l'électro-aimant met en liberté un mécanisme d'horlogerie commandant un marteau, qui frappe un coup sur la cloche. La figure 163 montre la disposition du mécanisme. L'électro-aimant H, traversé en temps normal

par le courant de la pile, maintient attirée l'armature *a*; par suite la pièce *n* et le doigt *c* maintiennent immobile le volant R_1 et le mécanisme dont il fait partie.

Si l'on interrompt le courant, l'armature *a* est rendue libre, la fourchette A oscille sous l'action d'un ressort antagoniste, et le levier B, obéissant à son poids, tombe entre les deux branches de cette pièce. Ce mouvement du levier dégage le doigt *c*; le mécanisme d'horlogerie se met à tourner; l'une des chevilles M vient soulever le levier L, dont l'autre extrémité tire le fil de fer qui met en branle le marteau.

Au bout d'un instant, la came D vient appuyer sur l'extrémité H_2 du levier B et relever; lorsque le volant R_1 a fait ur le doigt C est arrêté de nouveau.

Les choses restent en cet état jusc qu'une nouvelle interruption du coura produite.

Les gares terminus d'une ligne pos une seule cloche, les gares intermédiai ont deux, placées à chaque extrémité (nant les signaux relatifs à la direction (pondante. Enfin, entre deux stations s sives, on place des cloches de distance (tance. Il y a une pile à l'extrémité de (section et chaque poste est muni d'un rupteur à bouton, qui permet de faire

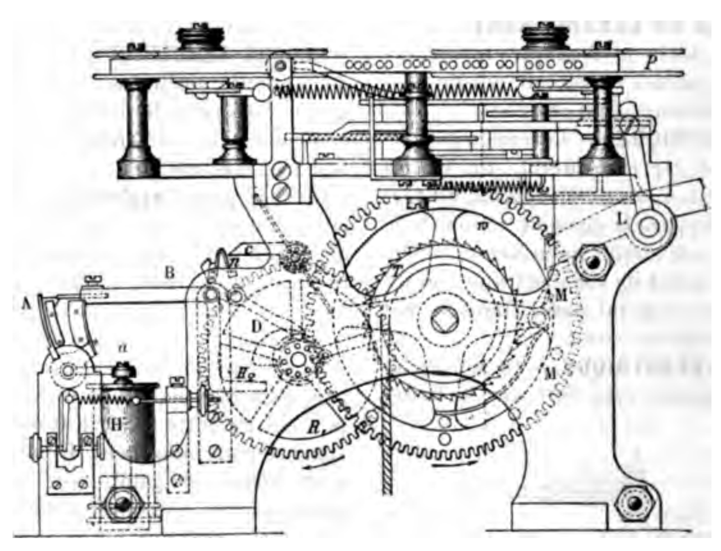


Fig. 163. — Mécanisme des cloches Leopolder (d'après Pollitzer).

gnaux. Les gares intermédiaires ont deux boutons, un pour chaque direction ; un petit galvanomètre permet de constater, à chaque poste, si le courant passe normalement.

Ce système a l'avantage de présenter un mécanisme très simple et de se prêter parfaitement à la production des signaux conventionnels, qui sont formés de plusieurs groupes comprenant chacun un nombre déterminé de coups de cloche. Mais l'emploi d'un courant continu est une source de dépense et exige un certain entretien.

Cloches Siemens. — Dans les cloches allemandes du système Siemens, le mécanisme d'horlogerie est au contraire embrayé à l'état de repos; le courant lancé par une petite machine d'induction mue à la main déclenche ce mécanisme, qui produit une série de ci six coups simples ou doubles.

La compagnie du Nord emploie troi dèles de ces cloches, peu différents d'ai

Les appareils du premier modèle prés à la partie supérieure deux timbres en concentriques, de son différent: deux mar destinés à frapper chacun sur l'un des ti sont reliés par des tirages en fil de deux leviers disposés comme les leviers la figure précédente. L'appareil compre outre un électro-aimant, dont l'armature tient au repos le mécanisme d'horlo Quand le courant passe, cette armature es rée et déclenche le mécanisme, qui se tourner sous l'action du poids moteu mécanisme comprend une roue munie de

nes (leur nombre est égal au nombre de timbre qu'on veut avoir par série). es, pendant la rotation de la roue, appuyer successivement sur les deux , qui frappent alternativement les deux Quand la roue a fait un tour entier, isme est arrêté, et il faut lancer un courant, si l'on veut obtenir une se-rie de coups. L'appareil comprend en paratonnerre; le tout est renfermé cylindre en tôle.

ches du second modèle diffèrent peu ières; elles ont les mêmes organes x, mais la roue principale porte mes, et avance seulement d'un tiers ur chaque série, qui est de cinq coups; ête ensuite. Un cadran muni d'une ndique le nombre de ppées par l'appareil et le où il faut remonter le ie.

ième modèle se rappro-précédents, mais il est ple et plus résistant. Il timbre unique, que le frappe intérieurement. du poids met en mouve-nd l'appareil est déclen-le passage du courant, en fonte munie de neuf font osciller le marteau. t six coups simples pour ssage du courant.

ème Siemens a l'avantage exiger de piles; on fait n petit appareil magnéto-appelé *inducteur* (voy.

mixtes. — Les autres es font usage de cloches ans lesquelles on a cher-ir les avantages des deux précédents. La Compa-éans emploie des cloches modifiées de telle sorte onnent, comme les clo-older, des coups simples le volées de coups, et euvent être actionnées les, au lieu de courants compagnie de l'Est fait usage d'un nixte donnant des coups simples et nt par des courants induits. Ces clo-actionnées, comme les précédentes, petite machine magnéto-électrique.

Nous décrirons à l'article INDUCTEUR le modèle employé par la compagnie de l'Ouest.

Enfin la compagnie de l'Ouest emploie depuis 1886 des cloches analogues à celles de la Com-

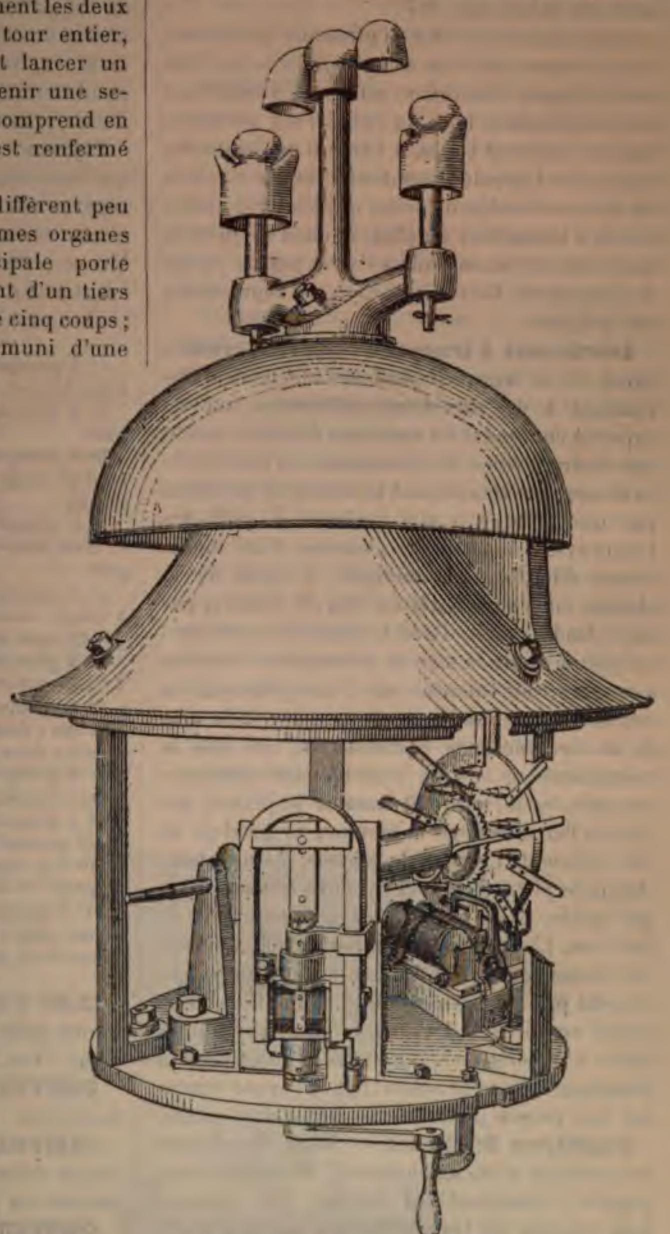


Fig. 164. — Cloche de la compagnie de l'Ouest avec inducteur Postel-Vinay.

pagnie d'Orléans et munies de l'inducteur (Voy. ce mot) Postel-Vinay. Dans les postes ter-minus, où le courant ne doit être envoyé que dans une direction, et dans les postes de pleine voie intermédiaires, où le courant doit être en-

voyé sur la ligne à la fois dans les deux directions, il suffit, soit de relier l'inducteur à la ligne et à la terre, soit de l'introduire dans le circuit de la ligne. Il peut alors être placé dans la cloche même (fig. 164).

Dans les postes à deux ou plusieurs directions, où le courant doit être dirigé sur l'une ou l'autre des lignes aboutissant au poste, l'inducteur est normalement hors du circuit; il y est introduit, au moment voulu, à l'aide d'un commutateur spécial appelé *permuteur*. Il existe en outre un certain nombre de *postes de pleine voie*, espacés de 3 kilomètres au plus, et dans lesquels la manivelle est maintenue à l'arrêt par un plomb de scellement. Cette disposition est représentée sur la figure.

Avertisseurs à trompe. — Dans les grandes gares, où se trouvent plusieurs cloches correspondant à des directions différentes, on est exposé à confondre les annonces de trains venant des diverses voies. La Compagnie du Nord évite ce danger en remplaçant le timbre de la cloche par une trompe à air, analogue à celle des tramways. L'appareil se compose d'un mécanisme d'horlogerie semblable à celui de la cloche, mais surmonté, au lieu de timbre, par un cylindre muni d'une trompe, et contenant un piston dont la tige à crémaillère engrène avec une roue montée sur l'axe principal du mécanisme, et dentée seulement sur trois arcs de sa circonférence équidistants. Dès que le mécanisme se met en marche pour annoncer un train, cette roue fait monter le piston, qui chasse l'air à travers la trompe, et produit un son puissant. Lorsque le secteur denté abandonne le piston, celui-ci retombe par son propre poids, et se trouve prêt à fonctionner de nouveau. L'appareil fait tomber en même temps un voyant monté sur un axe normalement enclenché par un ressort rigide. Quand le mécanisme commence à tourner, l'un des butoirs situés à la périphérie d'une roue parallèle à la première abaisse le ressort, et le voyant tombe par son propre poids. On le relève à la main.

Répétiteurs de cloches. — Dans la plupart des cabines d'enclenchement, la même Compagnie a remplacé les cloches, qui seraient trop sonores ou trop coûteuses, par des répétiteurs optiques avec sonnerie trembleuse. L'appareil étudié, comme le précédent, par M. E. Sartiaux, se compose d'un électro-aimant dont les deux bobines sont enroulées en sens contraires. L'armature polarisée est attirée vers l'un ou l'autre des pôles, suivant le sens du courant que reçoit l'électro, c'est-à-dire suivant la direction du train; elle agit l'un ou l'autre des relais, pour voyant correspondant à la circula Au-dessous d'un écriteau fixe, *de* » apparaît le nom inscrit sur une sonnerie tinte. Quand le tr le poste, le signaleur appuie su pour arrêter la sonnerie et fai l'inscription.

Signaux conventionnels. — Le qui font usage de cloches frapp séparés ont adopté un certain gnaux conventionnels, correspon qui se présentent le plus fréque ces signaux, qui sont gravés sur to renfermant les inducteurs.

1° 3 groupes de chacun 3 coups train impair.

2° 3 groupes de 2 coups : anno pair.

3° 6 groupes formés alternativem et d'un coup : annulation de l'ann impair.

4° 6 groupes formés alternativem et d'un coup : annulation de l'ann pair.

5° 6 groupes formés alternativem 3 coups : demande d'une machine d voyer dans le sens impair.

6° 6 groupes formés alternativem 2 coups : même demande dans le se

7° 6 groupes formés alternativem 3 coups : demande d'une machine et secours dans le sens impair.

8° 6 groupes de 7 et de 2 coups al même demande dans le sens pair.

9° 6 groupes de 3 et de 2 coups al arrêt général. Ce signal se répète tr

10° 6 groupes de 4 et de 3 coups al wagons en dérive dans le sens imp

11° 6 groupes de 4 et de 2 coups al même signal dans le sens pair.

Les deux derniers signaux se rép

CLOU D'ÉPREUVE. — Apparei Jamin pour étudier la distributi tisme. (Voy. AIMANT).

COEFFICIENT D'AIMANTATIO MANTATION.

COEFFICIENT DE CHARGE. — trique nécessaire pour produire surface un potentiel égal à un.

COEFFICIENT DE SELF-INDUC SELF-INDUCTION.

COERCITIVE (FORCE). — Propri dent l'acier, le nickel, le cobalt, der l'aimantation qu'on leur a AIMANT).

COFFERDAM. — On donne as ment ce nom à deux substances

noix de certains palmiers, originaires des îles Seychelles : l'une, qui provient de l'écorce centrale, a été appliquée dans la marine à la protection des navires, par M. Pallu de la Barrière ; l'autre s'extrait des fibres extérieures et est qualifiée de sporique. C'est une poudre qui ressemble à la poudre de cacao, très légère et capable d'absorber un volume de liquide considérable. Sa densité est 0,08 ; son pouvoir absorbant est 15 pour l'eau et 20 pour l'acide sulfurique à 28° Baumé. A cause de cette propriété, M. Germain a proposé d'employer cette substance dans les piles humides (voy. PILE).

COLLECTEUR A GOUTTES D'EAU. — Pour déterminer le potentiel en un point d'un champ électrique, le meilleur procédé consiste à placer en ce point une pointe faisant partie d'un conducteur isolé et relié avec un électromètre. L'équilibre ne peut avoir lieu tant que la pointe, et par suite le conducteur qui la porte, n'ont pas pris le potentiel des couches d'air les plus voisines. Vu la difficulté d'obtenir une pointe parfaite, on se sert d'un vase isolé laissant échapper un mince filet d'eau. On détermine ainsi le potentiel au point où la veine liquide cesse d'être continue et se résout en gouttelettes.

COLLECTEUR DES MACHINES D'INDUCTION. — Organe des machines d'induction sur lequel frottent les balais qui recueillent le courant induit.

COLLECTEUR POUR PILES. — On donne ce nom à certains commutateurs qui permettent de faire varier rapidement le nombre d'éléments de piles intercalé dans un circuit. La plupart des piles médicales (Voy. ce mot) sont munies d'un appareil de ce genre.

COLLECTEUR (PLATEAU). — Plateau d'un condensateur qu'on fait communiquer avec la source d'électricité, l'autre étant relié au sol.

COMBINATEUR. — Organe de certains appareils télégraphiques imprimeurs, qui traduit à l'arrivée le signal conventionnel envoyé par le poste transmetteur.

Combinateur de courants. — Appareil d'électricité médicale permettant d'avoir à volonté le courant voltaïque, le courant d'induction, ou les deux à la fois.

COMMOTION. — Effet physiologique ressenti par un animal qui est soumis à une variation de potentiel brusque et au moins égale à 2 volts.

COMMUNICATION DIRECTE. — Action par laquelle un poste télégraphique intermédiaire se met hors du circuit et fait communiquer ensemble directement deux postes situés de part et d'autre.

COMMUTATEUR. — Appareil permettant de changer brusquement le sens du courant qui traverse un circuit, sans enlever les communications, ou de faire passer à volonté le courant d'un circuit dans un autre. Ces appareils, imaginés par Ampère, sont fréquemment employés dans les expériences d'électrodynamique, dans les télégraphes, etc.

Commutateurs inverseurs. — On peut désigner ainsi les appareils qui servent à faire passer, interrompre ou renverser le courant dans un circuit *unique*. Ce sont ceux qu'on emploie le plus souvent dans les expériences d'électro-dynamique. Nous décrirons à l'article INTERRUPTEUR les appareils qui servent seulement à interrompre le courant, mais non à le renverser.

Commutateur de Ruhmkorff. — Il se compose d'un cylindre d'ivoire ou d'ébonite pouvant tourner autour de son axe, qui est en laiton, mais formé de deux parties séparées au milieu. Deux lames de laiton, reliées respectivement aux deux extrémités de l'axe par des vis qui traversent la matière isolante, sont fixées sur la périphérie du cylindre, aux extrémités opposées d'un même diamètre. Ces lames communiquent, par l'intermédiaire des deux parties de l'axe et des montants, avec les deux pôles de la pile. Les deux extrémités du circuit s'attachent à deux bornes reliées à deux res-

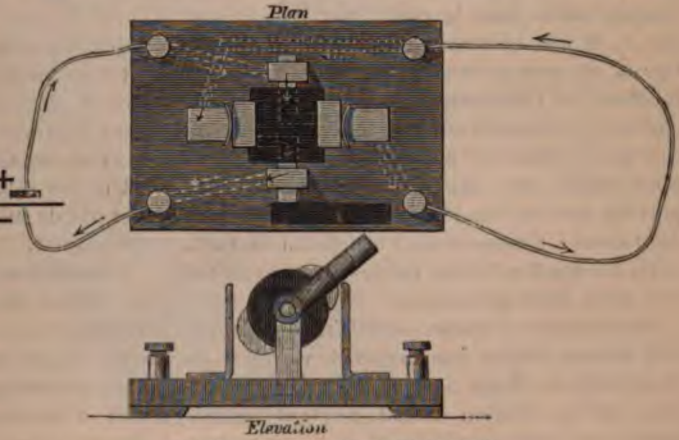


Fig. 165. — Commutateur de Ruhmkorff.

sorts verticaux placés de chaque côté du cylindre. Quand la manette qui commande le cylindre est verticale, celui-ci présente aux ressorts sa surface isolante, qui d'ailleurs n'est pas assez large pour les toucher : le circuit est ouvert. Si l'on tourne la manette de 90°, comme le représente le plan, les lames de laiton viennent toucher les ressorts et le courant passe. Il est évident que ce courant traversera le circuit dans un sens ou dans l'autre, suivant que la manette sera à droite ou à gauche, ce changement ayant pour effet de permuter les lames de laiton, et par suite les pôles de la pile, qui sont en contact avec chaque ressort. La manette est souvent remplacée par un bouton. Avec ce petit appareil, les communications établies dans le cylindre isolant n'étant pas apparentes, il est généralement impossible de connaître le sens du courant dans le circuit, ce qui est parfois un grave inconvénient.

Commutateur de Bertin. — Pour ces raisons, l'appareil précédent est souvent remplacé aujourd'hui dans les appareils d'électrodynamique par le commutateur de Bertin, formé d'un disque d'ébonite, qu'on peut faire tourner autour de son centre au moyen de la tige *m* (fig. 166). Sur ce disque sont fixées deux bandes de cuivre : l'une *o*, rectiligne, communique par l'axe de rotation et la borne P avec le pôle positif; l'autre *ei*, en forme d'U, communique avec un ressort placé sous le disque et qui, pendant la rotation, frotte toujours sur la bande de cuivre qui aboutit à la borne N, reliée au pôle négatif. Aux bornes *bb'*, qui portent les ressorts *rr'*, s'attachent les deux extrémités du circuit. Si l'on place la tige *m* à égale distance des deux butoirs *cc'*, les bandes *o* et *ei* ne touchent pas les ressorts *rr'* et le circuit est ouvert. Si l'on pousse la tige *m* vers *c'*, comme le montre la figure, la bande *o* touche le



Fig. 166, — Commutateur de Bertin.

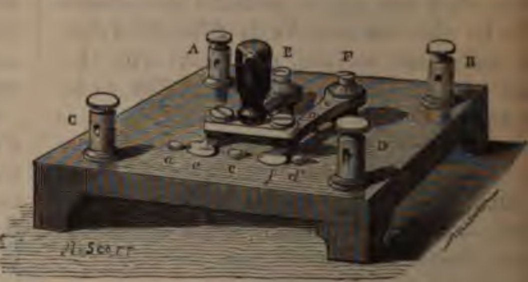


Fig. 167. — Commutateur à bandes parallèles.

ressort *r* et l'extrémité *i* le ressort *r'* : le courant entre dans le circuit par *r* et en sort par *r'*. Il est évident que, si l'on pousse la tige *m* en sens contraire, la bande *o* viendra toucher *r'* et l'extrémité *e* de la bande en U touchera *r* : le courant entrera donc par *r'* et sortira par *r*. Dans cet appareil, toutes les communications sont apparentes, et des flèches, gravées sur les bandes de cuivre, permettent de trouver à chaque instant le sens du courant, si les bornes P et N sont reliées respectivement aux pôles correspondants.

Commutateur à bandes parallèles. — L'appareil suivant réalise une disposition inverse de la précédente. Deux tiges de cuivre, commandées par un bouton isolant, peuvent tourner autour de leurs extrémités E et F, en restant parallèles (fig. 167), et sont reliées par ces points avec les bornes A et B, où s'attachent les extrémités du circuit. En avant sont placés trois boutons métalliques en forme de gouttes de suif; celui du milieu *c* est en communication avec la borne C, les deux autres *a* et *d'* avec la borne D, ces bornes étant reliées aux deux pôles. Dans la position figurée, les tiges mobiles ne touchent pas les boutons *a*, *c*, *d'* : le circuit est ouvert. Suivant qu'on pousse ces tiges à gauche ou à droite, le courant passe dans un sens ou dans l'autre. Cet instrument est moins robuste que le précédent, et ne permet pas de suivre avec la même facilité le sens du courant.

Commutateur rapide. — Il peut arriver qu'on ait besoin de produire des inversions fréquentes du courant. Le commutateur représenté figure 168 s'y prête très bien. Quatre trous pleins de mercure, creusés dans un plateau d'ébonite, sont joints en diagonale, et chaque paire est reliée à l'un des bouts du circuit. Deux fils de cuivre recourbés, communiquant respectivement avec les deux pôles de la source, peuvent tourner autour d'un axe horizontal. Il est évident que le courant change de sens dans le circuit suivant qu'on fait plonger

s dans les godets placés à droite ou à
t.

i disposé, l'appareil peut remplacer les tateurs précédénts. Si l'on veut au contraire produire des inversions répétées, on donne à l'axe de rotation horizontal un mouvement oscillatoire, à l'aide d'une tige commandée par une manivelle placée sur l'axe d'un

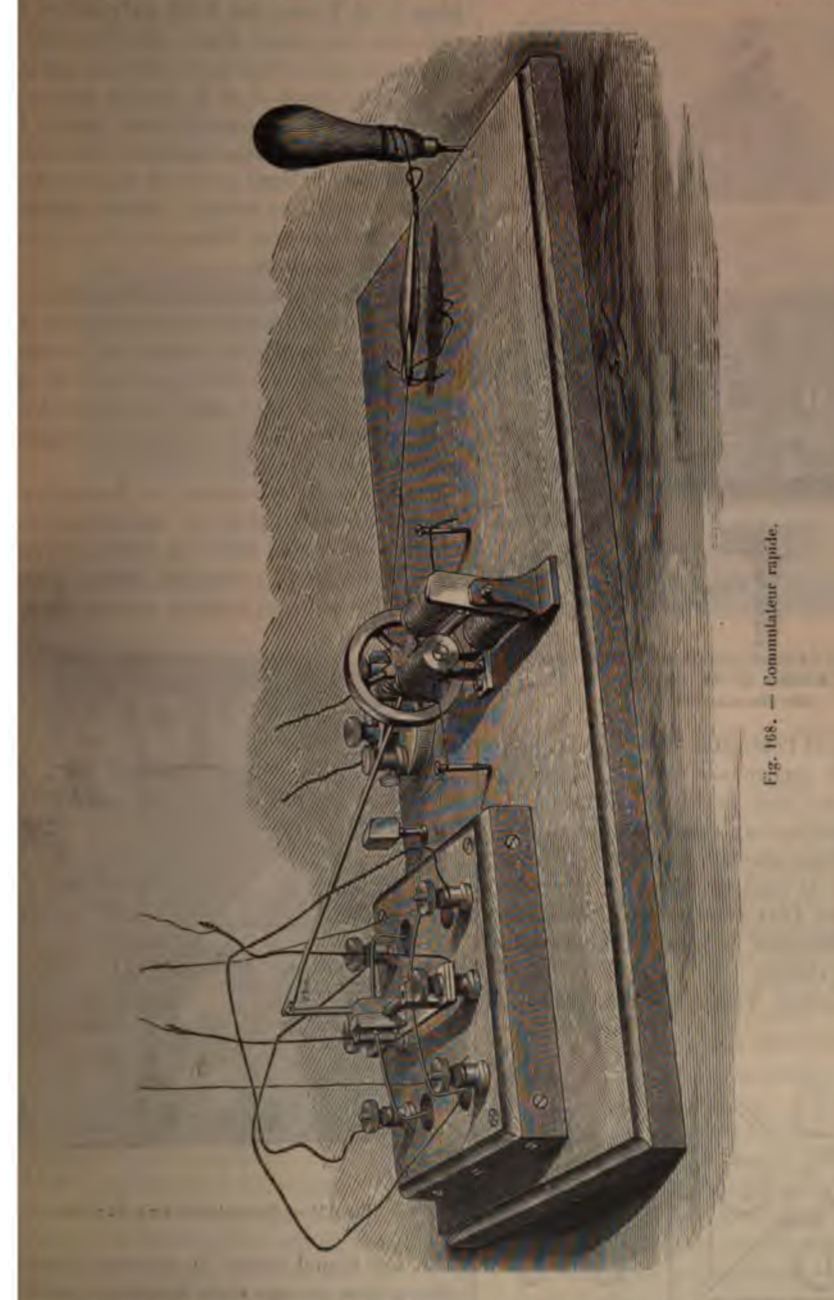


Fig. 168. — Commutateur rapide.

moteur magnéto-électrique. La vitesse réglée par un frein à frottement, formé ruban de soie qui passe sur une poulie tée sur l'axe, et qui s'attache à une bande outchouc que l'on peut tendre en tournant une poignée. Ce dispositif, qui peut donner trente inversions par seconde, est très commode. Il a été employé par M. Gordon avec sa balance d'induction pour l'étude du pouvoir inducteur spécifique.

Commutateur à chevilles. — Dans un certain nombre d'appareils, les communications s'établissent au moyen de fiches semblables à celles des boîtes de résistances. La figure 169

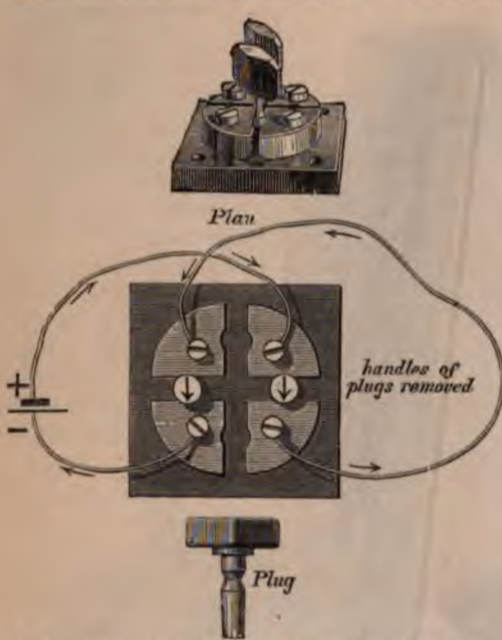


Fig. 169. — Plan et élévation d'un commutateur à chevilles. *Plug.* — Cheville. *Handles of the removed..* — Têtes de chevilles enlevées.

montre le plan et l'élévation d'un de ces appareils, formé de quatre secteurs isolés. Deux secteurs opposés sont reliés aux pôles de la pile, les deux autres aux extrémites du circuit. Les chevilles étant placées comme sur le plan, le courant suit le sens des flèches; si on les enfonce dans les deux autres trous, comme on le voit sur l'élévation, le sens du courant est changé dans le circuit.

Il existe beaucoup d'appareils analogues au

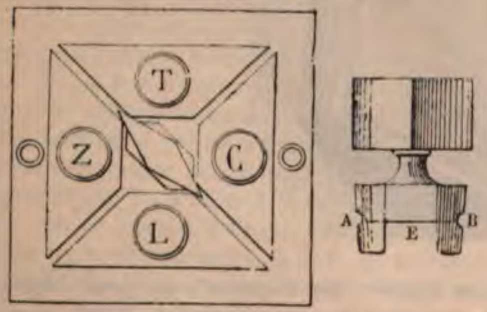


Fig. 170. — Commutateur carré.

précédent. L'un des plus simples est le *commutateur carré* de M. Bourseul, représenté à l'échelle $\frac{1}{2}$ (fig. 170). Il est formé de pièces métalliques séparées par des fent blocs C et Z communiquent avec les pôl blocs L et T avec les deux extrémités d cuit. On fait usage d'une cheville uniq présentée à part, et qui porte deux prismes gulaires de laiton A et B, isolés par un d'ébonite E. Si la cheville est placée c sur la figure, le courant partant du pôle C entre dans la ligne par L et en revient Si elle est disposée suivant l'autre diagon courant est renversé. Enfin, si elle est en le circuit est rompu.

Commutateurs à plusieurs directions. — la plupart des applications industrleiles, té graphes, téléphones, éclairage, etc., les co tateurs servent, non pas à renverser le c dans un même circuit, mais à le lancer à v dans plusieurs circuits à la fois ou succ ment.

Commutateur à manette. — Lorsqu'on seulement faire passer le courant succ ment d'un circuit dans un autre, on en un commutateur à manette, formé d'un métallique pouvant tourner autour d'un



Fig. 171. — Commutateur à six directions.

fixe, par lequel arrive le courant : l'ext libre glisse sur une série de pièces métal communiquant avec les différents circu courant passe dans le circuit correspon la pièce sur laquelle repose la manette. L dèle représenté figure 171 peut envoyer l rant à volonté dans six directions différ

s avec les six pièces rangées en arc de ... La fiche placée près du point fixe pé- dans une rainure séparant en deux la métallique qui reçoit le courant : il suf- ne de l'enlever pour interrompre à la fois les circuits. L'autre fiche sert à relier en- le deux directions.

mmutateur bavarois. — Le commutateur re- nté figure 172 est formé d'une plaque de

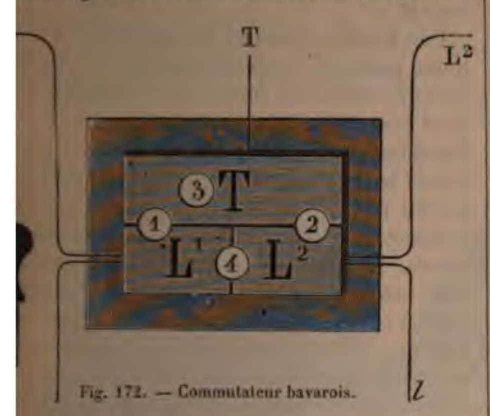


Fig. 172. — Commutateur bavarois.

...re allongée T et de deux plaques plus cour- s L^1 et L^2; ces trois plaques, disposées sur support isolant, sont séparées par des fentes ...tes. En plaçant la fiche B dans les trous 2, 4, on fait communiquer deux à deux ces ...ces et les fils qui y aboutissent. Les commu- ...tions sont interrompues quand la fiche placée en 3. Cet appareil est employé dans postes télégraphiques intermédiaires pour ...blir la communication directe entre deux ...tes situés en deçà et au delà, ou relier la ...tion successivement ou simultanément avec ...cun de ces postes.

Cette disposition peut être généralisée et ap- ...quée à un plus grand nombre de directions.

Commutateur alsacien. — Cet appareil, nommé ...mmutateur universel en Allemagne et en ...gleterre, permet de réaliser encore un plus ...nd nombre de dispositions et de faire com- ...niquer un certain nombre de lignes, de ...tes les façons possibles, avec des lignes ...lement nombreuses, d'une autre direction. ...lignes du premier groupe aboutissent res- ...tivement à des bandes métalliques A, B, C, ... fixées parallèlement sous une planchette bois, celles de l'autre groupe à d'autres ...des parallèles 1, 2, 3, 4,... disposées sur la ...ne planchette perpendiculairement aux pre- ...res. A tous les points de croisement des ...des des deux systèmes, sont pratiqués des ...s qui traversent complètement la plan- chette et les bandes. Pour faire communiquer une ligne B du premier groupe avec une ligne 4 du second, il suffit d'enfoncer une fiche dans

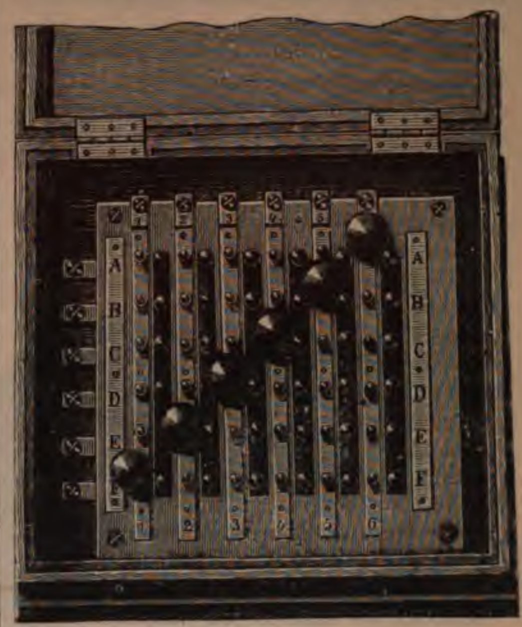


Fig. 173. — Commutateur alsacien. (Société alsacienne de constructions mécaniques, Belfort.)

le trou placé au point de rencontre des deux bandes B et 4.

Dans les bureaux centraux des téléphones et des télégraphes, où les fils sont très nombreux, on fait usage de rosaces fondées sur le même principe; mais les points de contact sont situés sur des cercles concentriques.

Commutateur de démarrage. — Appareil imaginé par M. Marcel Deprez lors des expériences de transmission de la force entre Creil et Paris (1885-86), et destiné à amorcer l'excitatrice de la machine réceptrice, au commencement de chaque opération, par le courant même de la génératrice.

L'anneau de la réceptrice et celui de son excitatrice étaient reliés par une courroie. Au commencement de l'opération, le commutateur mettait le circuit local de la réceptrice en communication avec la ligne, de sorte que le courant de la génératrice passait à la fois dans l'induit et dans l'inducteur de la réceptrice. Celle-ci se mettait à tourner et communiquait son mouvement à l'excitatrice. A mesure que la vitesse augmentait, l'excitatrice s'amorçait et son courant, passant dans l'inducteur de la réceptrice, augmentait l'intensité du champ.

Lorsqu'il avait atteint sa valeur normale, on mettait, à l'aide du commutateur, le circuit local hors du circuit de ligne ; cette interruption se faisait d'une manière graduée, pour éviter l'extra-courant.

COMMUTATEUR-SUBSTITUTEUR AUTOMATIQUE. — Petit appareil imaginé par M. Clerc, et destiné à remplacer automatiquement une lampe éteinte par une autre. Il a l'avantage d'être très simple et fort peu embarrassant : il convient particulièrement aux lampes à incandescence. C'est une bobine de 3 centimètres de diamètre sur 8 de hauteur, dans laquelle passe le courant qui alimente la lampe en service : dans ces conditions, la bobine attire et maintient soulevé un cylindre de tôle très léger placé dans son intérieur et muni de deux pointes à la partie inférieure. Si la lampe vient à s'éteindre, ce cylindre n'est plus attiré par la bobine ; il retombe, et les deux pointes, pénètrant dans deux godets de mercure, ferment un circuit qui contient la lampe de réserve et, par conséquent, celle-ci se trouve allumée. Il est évident que la lampe de réserve peut être remplacée au besoin par une résistance équivalente.

COMPAS DE MER ou **DE VARIATION.** — Voy. BOUSSOLE MARINE.

COMPENSATEUR DE BARLOW. — Barlow a imaginé, en 1823, de compenser l'action des masses de fer d'un navire sur l'aiguille aimantée de la boussole au moyen d'un disque de fer placé dans le voisinage de cet appareil. On commence par déterminer les positions qu'il faut donner à ce compensateur pour toutes les orientations du navire. Cette graduation doit évidemment être recommencée chaque fois qu'on change de latitude.

COMPOUND (DYNAMO). — Machine dynamo dont l'inducteur possède deux circuits montés l'un en série, l'autre en dérivation. (Voy. EXCITATION.)

COMPOUND (FIL). — Fil télégraphique composé d'une âme d'acier entourée d'une couche de cuivre.

COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ. — Les compteurs servent, dans les distributions d'électricité, à mesurer exactement la quantité d'énergie électrique consommée par l'abonné, et par suite à déterminer la somme qu'il doit payer ; ces appareils jouent donc un rôle analogue à celui des compteurs à gaz.

La quantité d'électricité qui traverse un appareil en un temps t est

$$Q = It$$

si l'intensité est I pendant ce temps.

On peut donc connaître Q en déterminant l'intensité à chaque instant; il suffira de recourir à un phénomène qui soit proportionnel à l'intensité du courant. Les compteurs sont donc des *coulombmètres*.

On peut se servir des actions chimiques; un courant qui traverse un électrolyte dépose à l'électrode négative un poids de métal proportionnel à I et par conséquent à Q. (Voy. INTENSITÉ.)

Une fraction connue, la centième ou la millième partie du courant, traverse une dissolution de sulfate de cuivre ou d'azotate d'argent dont le métal se dépose sur l'électrode négative. L'augmentation de poids de cette électrode donne le nombre de coulombs qui ont été dépensés pendant le temps de l'expérience. Cette manière d'opérer n'est pas exempte d'inconvénients. Si la pesée des lames peut être faite avec précision, c'est en somme une opération longue et délicate, et, comme l'on utilise seulement une faible fraction du courant, la moindre erreur commise dans les mesures se trouve ensuite multipliée par 100 ou par 1000. Cette méthode exige en outre que le courant soit toujours de même sens.

Compteur Edison. — La figure 174 représente le compteur Edison, fondé sur ce principe. Deux voltamètres hermétiquement fermés sont remplis d'une solution de sulfate de zinc de densité 1,286. Les électrodes de chaque flacon sont constituées par trois plaques de zinc amalgamées et entretoisées entre elles : celle du milieu, munie d'une tige en cuivre de section carrée, est reliée au fil positif; les deux autres, réunies métalliquement par une entretoise avec tige en cuivre ronde, forment l'électrode négative.

Lorsque les plaques ont servi, il faut, avant de les peser, les laver soigneusement à l'eau pure, puis les frotter avec un linge fin pour enlever les sels de zinc qui adhèrent légèrement au métal. On fait ordinairement les mesures en déterminant la perte de poids des plaques positives.

Edison a modifié son compteur en suspendant les deux électrodes aux extrémités d'un fléau de balance, qui s'incline peu à peu sous l'influence de l'augmentation de poids de l'électrode négative et de la diminution de l'électrode positive. Lorsque la différence a atteint une certaine valeur, la balance change le sens du courant, et, par suite, le dépôt se faisant en sens contraire, le fléau se redresse, puis s'incline de l'autre côté. Lorsque la diffé-

ice de poids a atteint de nouveau la même ite, mais en sens contraire, le courant est erverti de nouveau. Les mouvements du u commandent un système d'engrenages logues à ceux des compteurs à eau et à gaz, la quantité d'électricité s'enregistre sur des rans.

Le même inventeur a construit un autre mo- dans lequel les gaz, oxygène et hydrogène, venant de la décomposition de l'eau aci- lée, se dégagent dans une cloche qu'ils sou- ent. Quand la cloche est remplie, une étincelle enflamme le mélange détonant, et la cloche retombe : ses mouvements sont transmis à un compteur.

Les compteurs Thomson et Ferranti, Sprague et Édison, etc., sont fondés sur le même principe.

Compteur Lippmann. — Le compteur de M. Lippmann est fondé sur le même principe que son ampèremètre : il en diffère en ce que la lame mince de mercure communique, d'une part avec un réservoir rempli de ce liquide, et d'autre part avec un tube vertical qui se recourbe

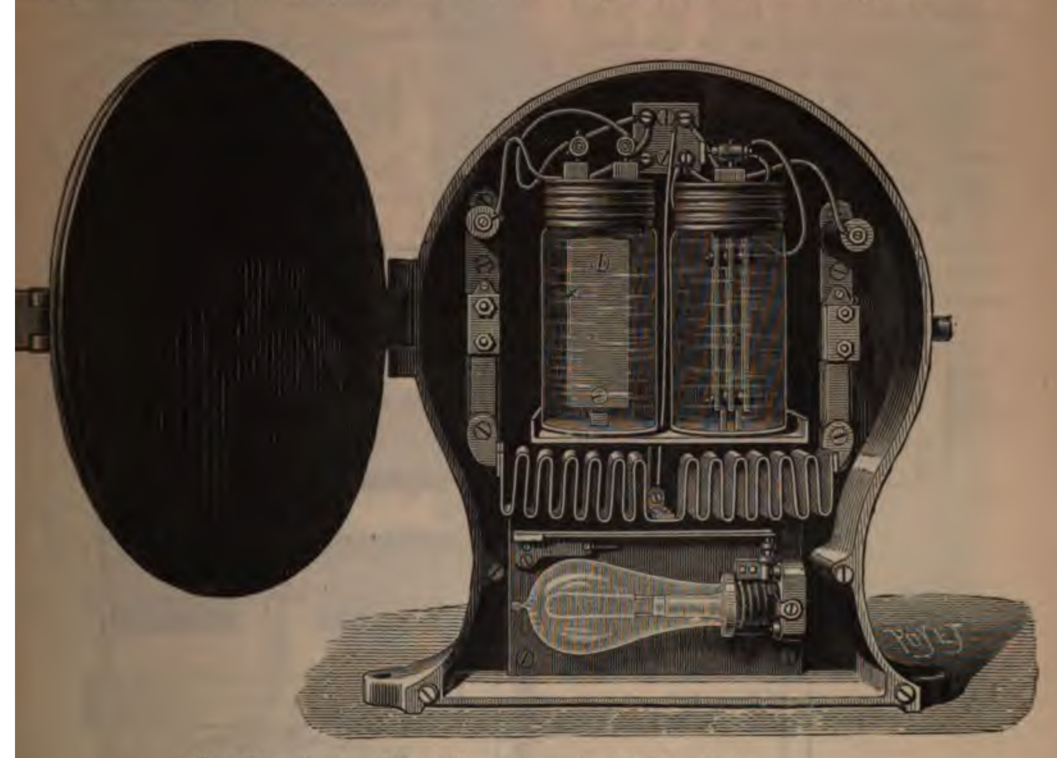


Fig. 174. — Compteur Edison. (Compagnie continentale Edison, Paris.)

ient s'ouvrir au-dessus du réservoir. Quand courant traverse l'appareil, le mercure s'é- dans le tube et retombe dans le réservoir. poids de mercure écoulé est proportionnel quantité d'électricité qui a traversé l'appa-.

Pour enregistrer ce poids, le mercure ne re be pas directement dans le réservoir : il le dans un basculeur à augets, dont les os- ations commandent un mécanisme qui en- istre leur nombre sur des cadrans. On dé- mine d'abord la quantité d'électricité qui respond à chaque division.

Compteur Cauderay. — Ce compteur enregistre à chaque instant les indications d'un ampèremètre. Voici son principe (fig. 175).

Supposons qu'un cylindre R, tournant uniformément avec une vitesse d'un tour par seconde, ait sa surface divisée en cercles parallèles, munis de chevilles métalliques dont le nombre va en augmentant régulièrement depuis le milieu jusqu'aux extrémités. Ainsi les cercles *n* portent chacun une cheville, les cercles *o* en ont deux, les cercles *p* en ont trois, etc., et le cercle *m*, placé au milieu, n'en a pas du tout. Devant ce cylindre se meut l'aiguille *a* d'un ampèremètre dont la pointe vient se placer devant les cercles *n*, *o*, *p*, suivant que l'inten-

sité indiquée est de 1, 2, 3..., ampères. Cette aiguille est terminée par une partie métallique qui peut frotter sur les chevilles, et l'on voit immédiatement qu'il se produira 1, 2, 3.., contacts par seconde, suivant que l'intensité sera 1, 2, 3... ampères. Il suffit donc que chaque contact de l'aiguille et d'une cheville soit relié mécaniquement ou mieux électriquement avec un mécanisme qui fasse avancer une aiguille d'une division sur un cadran, pour que ce cadran indique en coulombs la quantité d'électricité qui a traversé le circuit.

En réalité le coulomb est une unité trop petite pour la pratique : aussi se contente-t-on de faire décrire au cylindre un tour par 100 secondes ; chaque contact indique alors qu'il a passé pendant 100 secondes un courant d'un ampère, ce qui fait 100 coulombs. L'unité industrielle la plus commode paraît être le myriacoulomb, qui vaut 10,000 coulombs. Enfin la disposition des dents n'est pas aussi simple que nous l'avons supposé. Ell[…] sont placées suivant une règle particulière, af[…] que, lorsque l'aiguille se trouve entre deux div[…]sions, la pièce métallique qui la termine re[…]contre à la fois les chevilles de deux sectio[…] droites et enregistre un chiffre donnant la v[…]leur intermédiaire.

La figure 176 montre l'ensemble de l'appa[…]

Fig. 175. — Principe du compteur Cauderay.

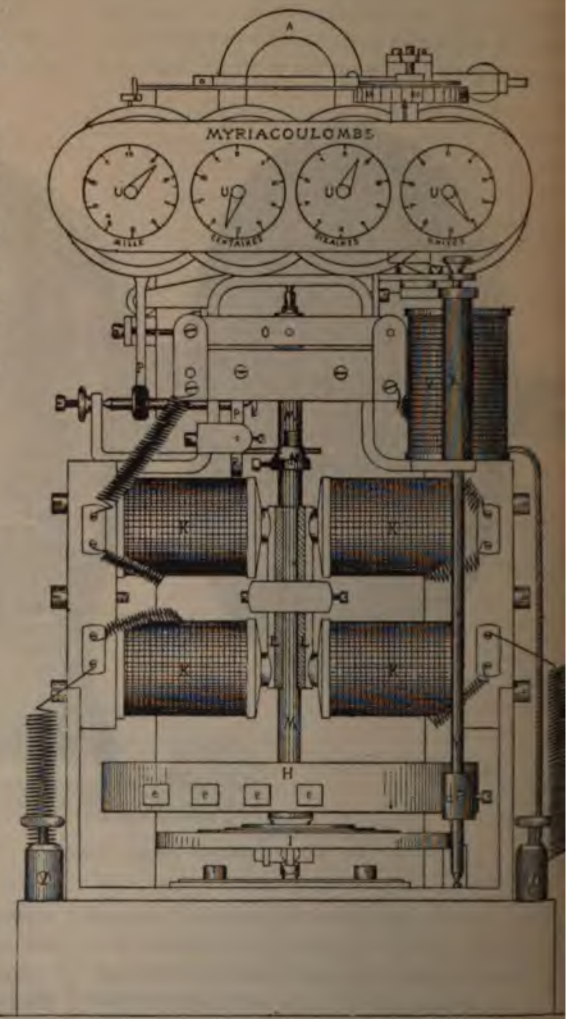


Fig. 176. — Élévation principale du compteur Cauderay.

reil. L'ampèremètre employé est un modèle de M. Deprez, ayant seulement une résistance de 0,01 ohm ; on peut le régler d'après un étalon, en déplaçant les pièces polaires qui sont fixées à des vis. Il est placé à la partie supérieure de l'appareil ; on voit en A son aimant en acier d'Allevard.

Le cylindre denté R est mû par le balanci[…] circulaire H, réglé lui-même par le spiral I, [...] maintenu en mouvement par les électro-ai[…]mants K et les armatures de fer doux L. Ce[…] électro-aimants, d'une résistance de 1000 ohms sont montés en dérivation, d'après le systèm[…] du régulateur de M. Hipp.

teur est muni en outre d'un appareil ur, dont la bobine se voit en V, qui mécanisme d'horlogerie de se mettre seulement pour une certaine valeur rence de potentiel, et l'arrête cette différence devient infé- la limite fixée. Cette particula- ente une grande importance nsommateur. Ainsi les lampes fonctionnent bien qu'avec une de potentiel de 100 volts : pour r inférieure, elles ne brûlent lleuse, et l'électricité dépensée pas à l'abonné. Si le compteur est réglé pour 100 volts, il trera rien tant que la différence iel n'atteindra pas cette limite, mmateur, n'ayant pas joui d'un convenable, n'aura rien à

nous l'avons décrit, le comp- leray est destiné aux courants Pour les courants alternatifs, ce l'ampèremètre par un élec- omètre. Ce compteur a l'incon- être compliqué, et de n'enre- e les unités, sans tenir compte ons.

r Aron. — On sait que les os- du pendule sont isochrones, 'elles aient une faible ampli- s la durée de l'oscillation dé- a force qui produit le mouve- le est inversement proportion- racine carrée de son intensité. eur Aron est formé de deux (fig. 177) : celui de gauche est le ordinaire; celui de droite partie inférieure un aimant 'un poids de laiton. Ces deux pendu- ctionnés chacun par un mouvement ie à ressort et commandent un mé- ifférentiel, qui indique la différence urées d'oscillation.

ucun courant ne traverse l'appareil, pendules ont exactement la même scillation; mais, lorsqu'on lance un ns la bobine placée au-dessous du e droite, le sens de l'action électro- e est tel que la vitesse de ce pendule accélérée d'autant plus que ce cou- lus intense. Le compteur enregistre rence de marche et peut indiquer, de cinq cadrans, tous les chiffres de 0. Il suffit de multiplier le résultat par un facteur constant déterminé à l'avance et inscrit sur l'appareil, pour connaître le nombre de coulombs consommés. L'appareil peut fonctionner un mois sans être remonté.

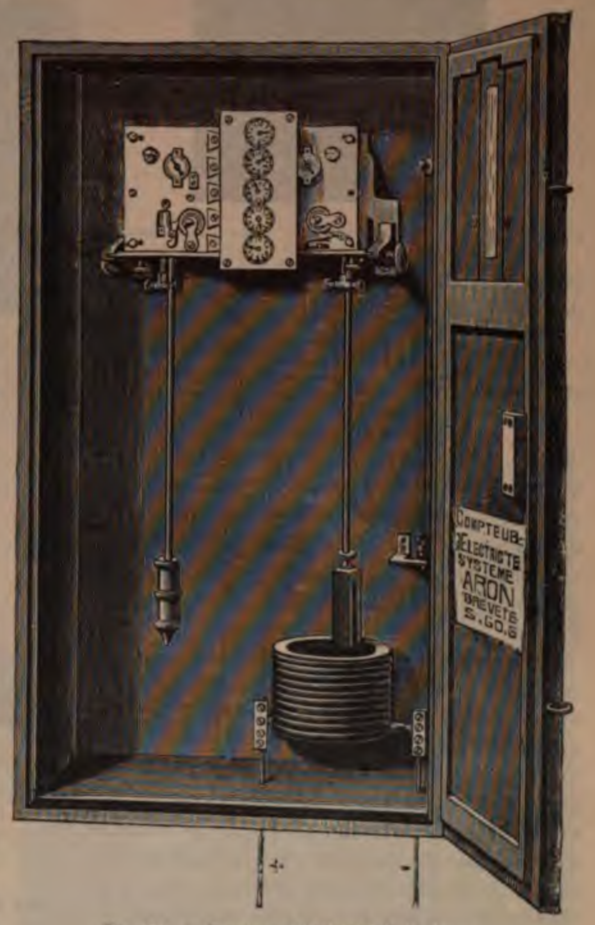


Fig. 177. — Compteur d'électricité de M. Aron.

Compteurs pour courants alternatifs. — S'il existe déjà un certain nombre de compteurs pour les courants continus, on ne peut guère citer pour les courants alternatifs que l'appareil Cauderay modifié, le compteur Forbes et le compteur Borel. Il résulte des travaux récents (1888) de MM. Chappuis et Maneuvrier la possibilité d'employer les actions électrolytiques à la mesure de la quantité d'électricité, et, avec certaines restrictions, de l'énergie électrique correspondant à ces courants.

Nous décrirons le compteur de M. Borel, qui est fondé sur les phénomènes suivants, étudiés par M. Ferrari.

Considérons le champ produit par l'action de deux bobines perpendiculaires l'une à l'autre au

point d'intersection de leurs axes. Ces deux bobines donneront deux composantes telles que Oh_x et Oh_y (fig. 178). Si les deux courants ont



Fig. 178. — Champ produit par deux bobines rectangulaires.

même période, mais des phases différentes, les deux composantes seront de la forme

$$h_x = A \sin \frac{2\pi t}{T}$$
$$h_y = B \sin \frac{2\pi(t+\theta)}{T}$$

Si la différence de phase θ est nulle, ou égale à un nombre entier de demi-périodes, le champ résultant que l'on obtient en éliminant t entre les deux équations précédentes aura une direction constante et une intensité varient de 0 à un maximum, positif ou négatif; il sera donc représenté par une droite telle que OH.

Dans tout autre cas, il est représenté par une ellipse de centre O, sur laquelle tourne le point figuratif H. Si chaque bobine produit un champ uniforme autour du point O, le champ résultant tournera aussi d'un mouvement uniforme. Tout corps métallique placé dans un pareil champ tournera dans le même sens, par la réaction des courants de Foucault qui y prennent naissance. Si de plus le corps est magnétique, les effets pourront être encore plus marqués.

M. Ferrari a vérifié ces considérations à l'aide

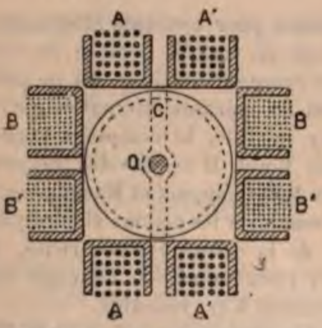


Fig. 179. — Rotation d'un disque de cuivre par les courants alternatifs.

d'un cylindre creux en cuivre, avec fonds pleins, mobile autour d'un axe horizontal O (fig. 179); les bobines AA' étaient comprises dans le circuit primaire d'un transformateur Gaulard-Gibbs et formaient environ 200 tours; les bobines BB', intercalées dans le circuit secondaire avec une résistance sans induction, formaient 500 tours. Le transformateur marchait avec une période d'environ $\frac{1}{40}$ de seconde. Le cylindre de cuivre commençait à tourner avec 5 ampères dans le circuit primaire et, en augmentant l'intensité, la vitesse montait jusqu'à 900 tours par minute.

Le compteur Borel, représenté en perspective figure 180, et antérieur à la publication du

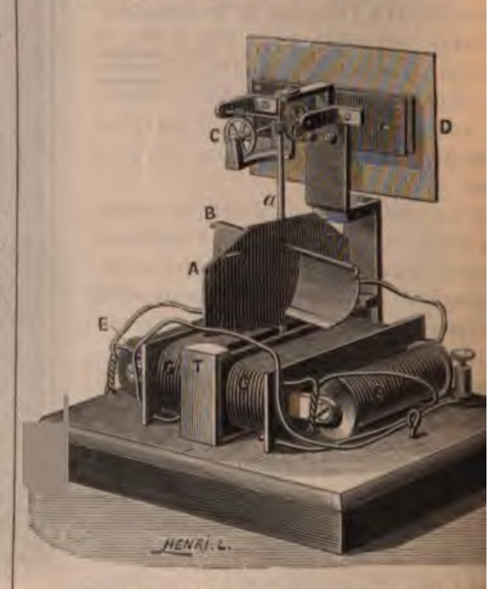


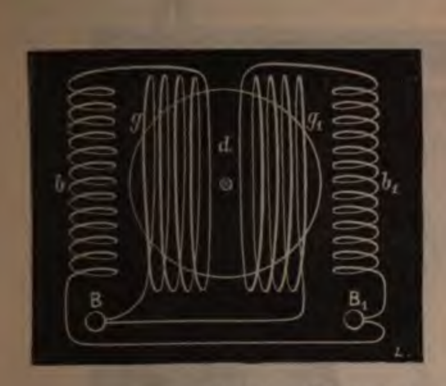
Fig. 180. — Compteur Borel (Cortaillod, Suisse).

vail de M. Ferrari (1887), est fondé sur le principe qui précède. Il est formé d'un disque mince en fer d (fig. 181), porté par un axe vertical qui est relié par une vis sans fin avec un compteur de tours. Ce disque forme en quelque sorte l'armature d'un électro-aimant à pôles conséquents, constitué par deux bobines b montées sur un cadre en fer, et se trouve également dans le champ de deux cadres galvanométriques gg_1 dont les actions sont concordantes.

On voit sur la figure 181 que l'appareil forme deux circuits comprenant chacun une bobine et un cadre, et reliés en quantité. Le flux d'induction de l'électro traverse le disque perpendiculairement au champ magnétique des deux cadres. Si l'appareil est traversé par des courants alternatifs, l'action des courants de Foucault dans le cadre et le disque et l'hystérésis p

...ui se ramener à une différence de phase, le ...que se met à tourner.

On peut encore relier en tension respectivement les deux cadres et les deux bobines, et



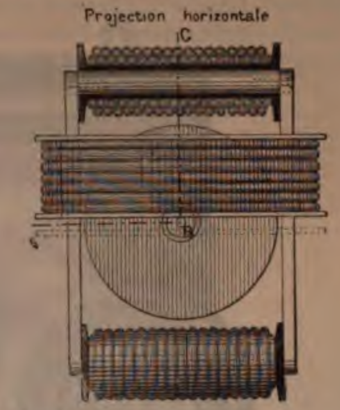


Fig. 181. — Principe du compteur Borel, de Cortaillod.

...nter ces deux circuits en quantité; l'appareil ...trouve alors dans les conditions indiquées ... M. Ferrari, et le compteur marche ...faitement. Cet appareil est employé ...succès à la station centrale de Vevey-...treux.

...ompteurs d'énergie. — Quand on con-... la quantité d'électricité qui a tra-...é un appareil en un temps donné, et ... suite l'intensité, on peut calculer ...ement l'énergie dépensée, car elle ...gale à

$$W = \varepsilon It = RI^2t,$$

...ant la résistance de l'appareil et ε la ...rence de potentiel entre ses deux ...émités. Remarquons cependant que ...compteurs qui enregistrent les indi-...ons d'un électrodynamomètre don-... directement I^2 et par conséquent ...rgie. Ces appareils sont donc des ...*mètres*. (Voy. ÉLECTROMÈTRE.)

...ous citerons en particulier l'appareil ...Dr H. Aron (fig. 182) très répandu en ...magne et fondé sur le même prin-... que son compteur, mais dans lequel ...nant qui termine le pendule est rem-...é par un solénoïde horizontal à fil ... qui, pendant les oscillations, se dé-...e librement à l'intérieur d'un solé-...le fixe à gros fil. Celui-ci est traversé ...le courant principal, et le premier ...it seulement une dérivation. La va-...ion de vitesse est donc proportion-...e d'une part à l'intensité totale, ...tre part à l'intensité dans la dérivation, ou ... différence de potentiel entre les deux extrémités de cette dérivation. On mesure donc en watts-heures le travail dépensé.

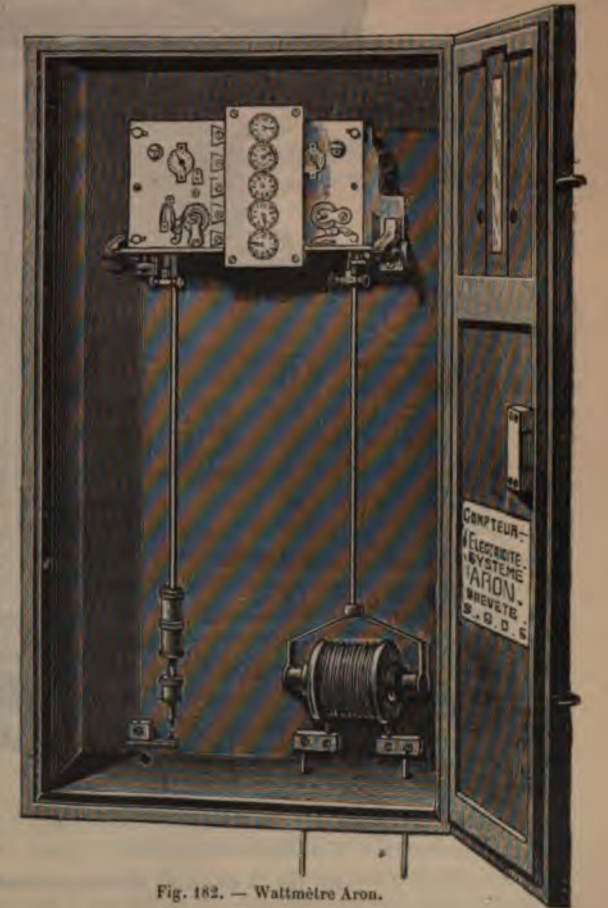


Fig. 182. — Wattmètre Aron.

Les mesureurs d'énergie de MM. Marcel Deprez, Ayrton et Perry, Vernon-Boys, Gisbert

Kapp, etc., sont fondés sur le même principe.

COMPTEUR ÉLECTRO-CHRONOMÉTRIQUE. — Horloge secondaire qui reçoit le mouv d'une autre horloge, placée à une certain

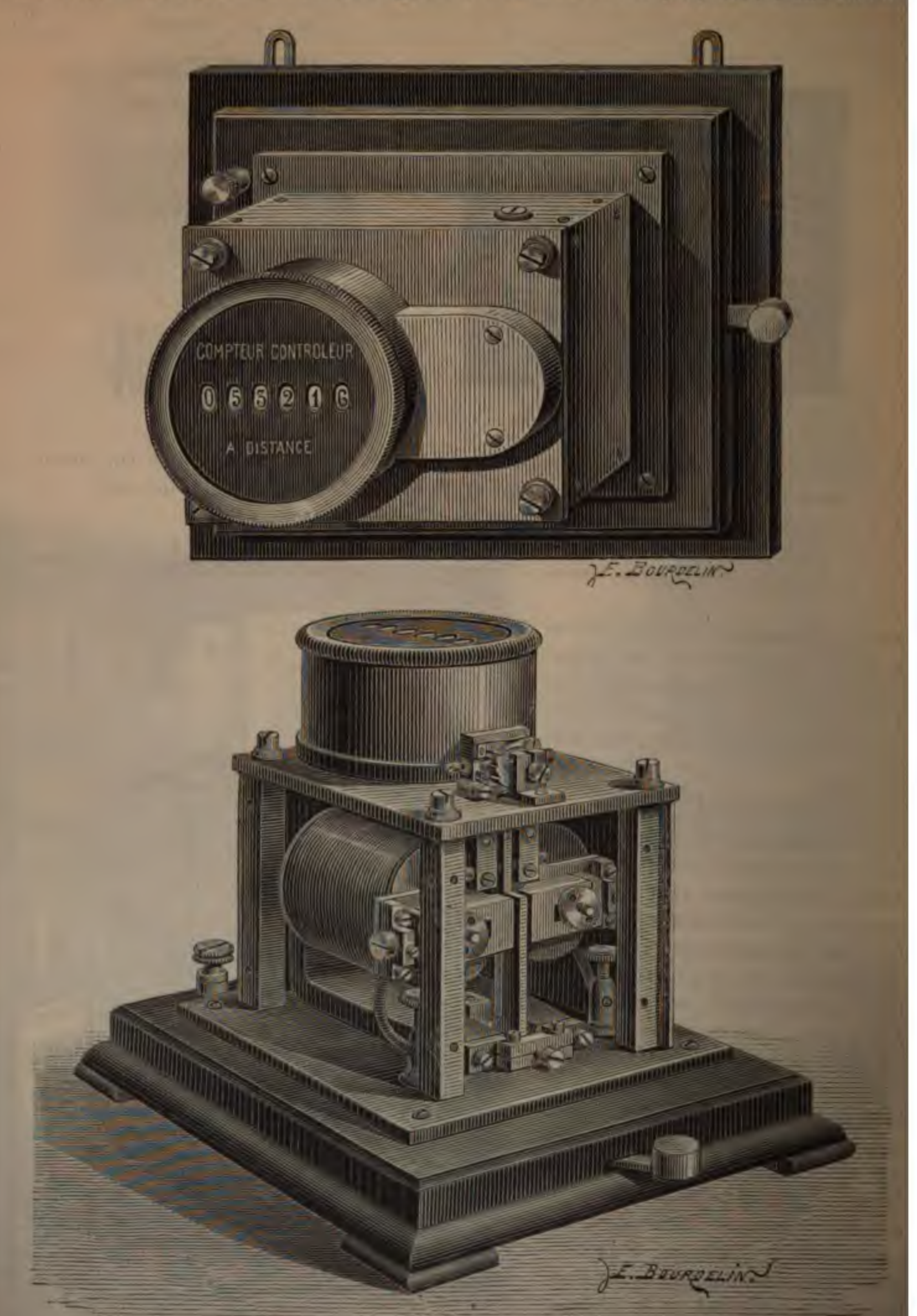


Fig. 183. — Compteurs électriques à courants alternés (Deschiens).

tance, par l'intermédiaire de courants électriques (Voy. Horlogerie électrique).

COMPTEUR DE POINTS. — Dans cer métiers à broder, le mouvement que fait l

, à chaque point qu'il exécute, ferme un t électrique et actionne un compteur.

MPTEUR DE TOURS. — Appareil enregis- à distance le nombre de tours de l'arbre machine. Il suffit de fixer sur l'arbre une plaque isolante au milieu de laquelle est une languette métallique. Deux ressorts frottent sur cette languette à chaque tour de l'arbre; chaque contact ferme un circuit et actionne un récepteur. Celui-ci peut être analogue à un



Fig. 184. — Compteur totalisateur (Deschiens).

graphe à cadran et faire avancer une uille; on devra lui ajouter évidemment d'au- cadrans pour compter les dizaines et les taines de tours. Le récepteur peut aussi, mme celui de Morse, tracer un point ou un it sur un papier.

Ces compteurs peuvent servir notamment à mesurer la vitesse de rotation de l'induit d'une machine magnéto ou dynamo-électrique.

M. Deschiens a imaginé récemment des compteurs de tours dont les mouvements sont combinés par des émissions de courants électriques, et qui ne renferment aucun mécanisme d'horlogerie. On peut ainsi enregistrer à distance le

nombre des tours d'une machine en plaçant sur l'arbre un appareil produisant à chaque tour l'interruption d'un courant.

Le premier système emploie des courants toujours de même sens et mesure jusqu'à 600 tours par minute; le second peut atteindre 1,500 tours, grâce à l'emploi de courants alternativement positifs ou négatifs. Un aimant permanent en fer à cheval (fig. 183) est mis en contact avec les armatures des deux bobines d'un électro-aimant entre lesquelles oscille, sous l'action des courants alternés, un levier qui commande une roue à rochet placée au-dessus. Cette roue actionne à son tour un compteur rotatif, par l'intermédiaire d'un système de roues dentées. On met l'appareil en marche et on l'arrête en fermant ou en ouvrant le circuit de la pile motrice, qui ne s'use pas inutilement.

Si la machine vient à s'arrêter dans une position telle que le circuit de la pile se trouve fermé d'une manière permanente, un appareil à force centrifuge rompt ce circuit automatiquement et le rétablit dès que la machine se remet en marche.

Compteurs totalisateurs. — L'interrupteur chargé de produire les émissions de courants peut être disposé à l'intérieur d'un autre compteur (fig. 184) commandé par la machine elle-même, et composé d'un compteur cylindrique et d'un chronographe formé d'un cylindre tournant entraîné par un mouvement d'horlogerie. Une vis à deux filets croisés fait mouvoir dans les deux sens un chariot muni d'un crayon, qui prend une vitesse proportionnelle à celle de la machine. L'inclinaison de la courbe sur les génératrices mesure la vitesse; ses interruptions indiquent les arrêts. On peut donc connaître tous les changements d'allure qui ont eu lieu, et les heures auxquelles ils se sont produits.

M. Dumoulin-Froment a trouvé une solution ingénieuse pour totaliser sur un seul compteur les tours exécutés simultanément par plusieurs arbres animés de vitesses différentes. La difficulté à éviter, c'est que, si les circuits de deux ou plusieurs arbres se ferment au même instant, le compteur n'enregistrera qu'un tour.

Pour éviter cet inconvénient, chaque récepteur se compose d'un électro-aimant attirant une palette de fer doux, faiblement retenue par un ressort antagoniste. Quand la palette a été attirée et s'écarte de l'électro-aimant, elle ferme un circuit local contenant un compteur dont l'aiguille avance d'une division. Pour empêcher les erreurs, les différentes palettes ne peuvent quitter leurs électro-aimants que su cessivement. A cet effet, un arbre horizont portant des cames en nombre égal à celui d électro-aimants et placées dans des plans di métraux angulairement équidistants, tour notablement plus vite que les arbres dont veut compter les tours. Chacune des cam rencontre en tournant une petite pièce liée à palette correspondante, si celle-ci est en co tact avec l'électro-aimant.

Si une palette est attirée, grâce au magn tisme rémanent du noyau de l'électro-aima et à la faiblesse du ressort antagoniste, e reste appliquée contre l'électro, même apr que le courant a cessé; mais la came corre pondante la rencontre bientôt, et la ramène sa position d'équilibre, ce qui ferme le circ local. Si deux ou plusieurs palettes ont attirées au même instant, les cames venant dégager successivement, il ne peut se produi aucune confusion dans les signaux; d'ailleu l'arbre des cames tournant plus vite que l autres, chaque palette est revenue à sa positi d'équilibre avant qu'un autre courant soit lan dans son électro-aimant.

CONDENSATEUR. — On nomme ainsi to système de conducteurs disposé de façon augmenter la capacité de l'un d'eux. Général ment un condensateur se compose de de *armatures* métalliques dont l'une, isolée, mise en communication avec une source d'éle tricité, l'autre avec le sol, et qui sont sépar par une lame isolante dont nous expliquero plus loin l'utilité. La première armature s'a pelle le *collecteur* de l'appareil, la seconde *condenseur*.

Diverses formes de condensateurs. — Po expliquer la théorie de ces instruments, on sert ordinairement du condensateur d'Œpin (fig. 185), formé de deux plateaux A et B, po vant s'éloigner ou se rapprocher à volonté, d'une lame de verre C. On emploie encore condensateurs identiques, mais dont les p teaux sont horizontaux. Nous citerons enfin carreau de Franklin et la bouteille de Ley (voy. ces mots)

Théorie des condensateurs. — Les pièces B C étant enlevées, supposons qu'on mette plateau A du condensateur d'Œpinus en co munication avec une machine électrique par fil assez long pour éviter tout phénomène d' fluence; il se chargera de la même électrici positive par exemple, mais la charge qu'il p prendre a une limite, qui est atteinte lors le plateau est au même potentiel V que la m

C est la capacité du plateau, sa charge

$$M = CV.$$

proche alors le plateau B, mis en com-
on avec le sol, il prend par influence
ge négative, d'autant plus grande qu'on
le davantage de A. Cette charge néga-
it à son tour sur la charge positive de
attire sur la face intérieure de ce pla-
r suite de ce changement de distribu-



Fig. 185. — Condensateur d'Œpinus.

quilibre est rompu sur le plateau A qui
cevoir de la machine une nouvelle quan-
lectricité.
lateau A ne peut évidemment pas ac-
un potentiel supérieur à celui de la
e à laquelle il est relié; l'accroissement
ge provient donc d'une augmentation de
cité qui devient C'; la charge est alors

$$M' = C'V.$$

condensante. — On appelle *force conden-*
rapport des charges que prend le plateau
r A en présence du condenseur B ou lors-
seul.
rce condensante est donc

$$\frac{M'}{M} = \frac{C'}{C}.$$

donc aussi le rapport des capacités du
ur dans les deux cas.
osons enfin qu'on approche le plateau B
voir séparé le plateau A de la machine;
ge de A ne peut changer, puisqu'il est
a capacité devient C'; il prend donc un
el V' plus petit que V

$$M = C'V'.$$

On a donc

$$CV = C'V',$$

ou

$$\frac{C'}{C} = \frac{V}{V'}.$$

La force condensante est encore le rapport des potentiels qu'une même charge communique au collecteur, lorsqu'il est seul ou en présence du condenseur.

Rôle de la lame isolante. — On interpose toujours entre les armatures d'un condensateur une lame isolante, le plus souvent en verre. Cette lame joue un double rôle : d'abord elle permet de rapprocher les plateaux à une très petite distance, sans qu'il jaillisse d'étincelles, comme cela aurait lieu dans l'air; de plus, elle augmente l'influence, grâce à son pouvoir inducteur (Voy. ce mot), et la force condensante est plus grande que si les plateaux étaient séparés par la même épaisseur d'air.

Condensateurs sphériques. — La théorie est particulièrement simple et le résultat intéressant dans le cas d'un condensateur formé de deux sphères concentriques. La sphère intérieure ou le *noyau* servant de collecteur et prenant une charge + M', il résulte du théorème de Faraday (voy. INFLUENCE) que la sphère extérieure ou l'*enveloppe*, si elle communique avec le sol, prend par influence une charge — M' sur sa face intérieure. Si cette enveloppe était isolée, elle prendrait — M' sur sa face interne et + M' sur sa face externe.

Supposons l'enveloppe en communication avec le sol. Si le noyau était seul, il prendrait une charge

$$M = RV.$$

En présence de l'enveloppe, le potentiel est constant en tout point du noyau ; or au centre il est

$$V = \frac{M'}{R} - \frac{M'}{R'}$$

R et R' étant les rayons du noyau et de la face interne de l'enveloppe. On tire de là

$$M' = \frac{RR'}{R' - R} V.$$

La capacité est donc devenue $\frac{RR'}{R'-R}$, et la force condensante est $\frac{R'}{R'-R}$.

Supposons R' très peu différent de R, et soit $e = R' - R$ l'épaisseur de la couche isolante qui sépare les deux armatures. La capacité peut s'écrire

$$\frac{R^2}{e}.$$

Mais la surface du noyau est $S = 4\pi R^2$. La capacité peut donc s'écrire :

$$\frac{S}{4\pi e}.$$

Condensateurs fermés. — Le même rais ment s'applique à tout condensateur do armatures sont équidistantes, et dont l

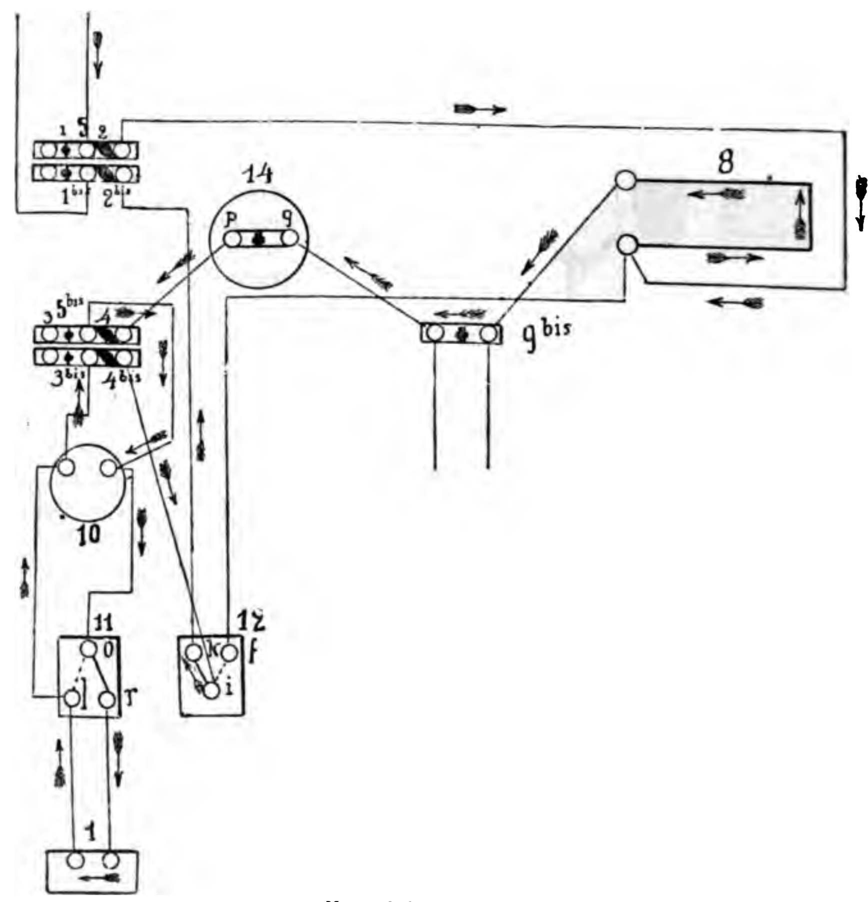


Fig. 186. — Mesure de la capacité d'un condensateu .

denseur enveloppe à peu près le collecteur, par exemple la bouteille de Leyde. Il s'étend même approximativement au condensateur plan, en négligeant les perturbations qui se produisent sur les bords.

Décharge brusque. — Si l'on réunit par un arc métallique (excitateur à manches de verre) les deux armatures A et B d'un condensateur, il jaillit une forte étincelle, et l'appareil est déchargé. Il reste cependant une *charge résiduelle* (voy. ce mot) due à la lame isolante.

Décharge lente. — On peut encore décharger un condensateur en mettant alternativement chaque armature en communication avec l

Considérons un condensateur fermé. Si touche le collecteur, il ne garde qu'une ch M_1 telle que son potentiel devienne nul. (potentiel est alors $\frac{M_1}{R} - \frac{M'}{R'}$. M' étant la ch primitive de chaque armature.

Donc

$$\frac{M_1}{R} - \frac{M'}{R'} = 0.$$

D'où

M_1

donc perdu une charge $M' - M_1$ ou

$$\frac{R'-R}{R'} M' \quad \text{ou} \quad \frac{e}{R'} M'.$$

ondenseur a alors la plus grande charge; e touche, il ne garde que la quantité M_1 par conséquent autant d'électricité né-que le collecteur avait abandonné d'élec-positive.

euxième contact enlèvera de même à armature une quantité $\frac{e}{R'} M_1$ ou $\left(\frac{e}{R'}\right)^2 M'$; ra donc

$$M_2 = \left(\frac{R}{R'}\right)^2 M'.$$

Les contacts successifs enlèvent donc

$$\frac{e}{R'} M', \quad \left(\frac{e}{R'}\right)^2 M', \quad \ldots\ldots \quad \left(\frac{e}{R'}\right)^n M',$$

et il reste après chaque contact

$$\frac{R}{R'} M', \quad \left(\frac{R}{R'}\right)^2 M', \quad \ldots\ldots \quad \left(\frac{R}{R'}\right)^n M'.$$

L'appareil ne serait donc complètement déchargé qu'après un nombre infini de contacts.

C'est sur la décharge lente que sont fondées les expériences de la bouteille à carillon, de l'araignée de Franklin, etc. (voy. ces mots).

Énergie d'un condensateur. — L'énergie d'un

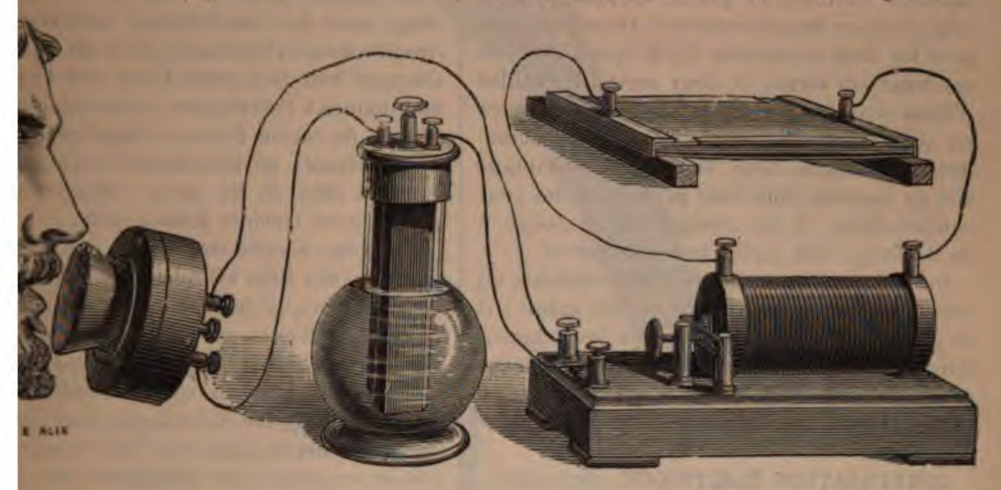


Fig. 187. — Condensateur chantant.

sateur est égale, comme celle d'un con-, à

$$W = \frac{1}{2} MV = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \frac{M^2}{C}$$

remplaçant C par $\frac{S}{4\pi e}$,

$$W = \frac{1}{2} \frac{S}{4\pi e} V^2.$$

ations des condensateurs. — Les conden-sont employés dans la télégraphie et la ie (voy. ces mots) pour faciliter la ssion des signaux, et dans l'électrothé-our la galvanisation par courants in-us (Voy. INTERRUPTEUR).

e de la capacité d'un condensateur. — ert d'un condensateur étalon de capa-nue, et l'on mesure les charges qui t les deux condensateurs au même po-Pour cela, on les charge avec un même élément de pile, et on les décharge à travers un galvanomètre balistique. Les charges et par suite les capacités sont proportionnelles aux arcs d'impulsion.

Cette mesure peut se faire facilement à l'aide de la table que nous décrivons plus loin (voy. MESURES ÉLECTRIQUES). La fig. 186 montre la disposition et le sens du courant.

Les chevilles des commutateurs 5 et 5 *bis* sont dans les trous 2 et 2 *bis*, 4 et 4 *bis*.

Le courant d'un élément Daniell arrive au commutateur 5, traverse la boîte de résistance 8, la pièce 9 *bis* qui est bouchée, charge le condensateur étalon attaché aux bornes p q (la pièce pq n'étant pas bouchée), passe par les chevilles 4 (commutateur 5 *bis*), o et l (pièce 11) et revient à la pile par 4 *bis*, i et k, 2 *bis* et 1 *bis*. On réunit ensuite les bornes o et r, i et f des pièces 11 et 12, ce qui coupe le circuit des piles et permet de décharger le condensateur à travers le galvanomètre 1.

Ceci fait, on recommence la même série d'opérations en remplaçant le condensateur 14, dont la capacité est $\frac{1}{3}$ de microfarad, par le condensateur étudié, qu'on attache aux bornes de la pièce 9 *bis;* pour faire la substitution, on débouche cette pièce et l'on bouche 14.

Condensateur chantant et parlant. — On prend une bobine de Ruhmkorff, et l'on fait communiquer les deux bornes du fil inducteur d'une bobine avec une pile et un transmetteur téléphonique, puis l'on serre à fond la vis du trembleur, de sorte que le circuit soit fermé d'une manière continue et que le téléphone puisse seul produire des interruptions. On relie d'autre part les deux extrémités du fil induit avec un condensateur formé de deux séries de feuilles d'étain séparées par des lames isolantes, mica ou papier paraffiné (fig. 187). Si l'on chante devant le transmetteur, les variations d'intensité du courant inducteur produisent des courants induits, et les alternatives de charge et de décharge font parler le condensateur.

On obtient encore de meilleurs résultats en intercalant une pile dans le circuit induit : il se produit seulement dans ce cas des augmentations et des diminutions de charge, mais sans changement de sens. On peut ainsi reproduire la parole, ce qui est impossible avec la première disposition.

CONDENSATION ÉLECTRIQUE. — Augmentation de la capacité d'un conducteur produite par la présence d'autres conducteurs dans son voisinage (Voy. CONDENSATEUR).

CONDENSATION DES FUMÉES. — M. Lodge a montré en 1884 que des décharges électriques de haute tension, par exemple celles d'une machine de Voss, produites dans un récipient rempli de fumées ou de poussières de toute nature, ont pour effet de condenser très rapidement ces fumées (Voy. POINTES).

Ce procédé fut appliqué quelques mois après dans les usines de MM. Walker, Parker et Cᵒ pour provoquer la condensation rapide des fumées de plomb.

CONDENSEUR (Plateau). — Plateau d'un condensateur qui communique avec le sol.

CONDUCTEUR. — On désigne sous ce nom les corps faisant partie d'un circuit et servant à relier entre eux et avec les deux pôles de la source les différents appareils qu'elle doit actionner; ils conduisent en quelque sorte le courant depuis un pôle jusqu'à l'autre.

Ces corps doivent nécessairement être bons conducteurs de l'électricité; de là cette dénomination. Dans quelques expériences, on sert parfois de conducteurs liquides, mais plus souvent les conducteurs sont en métal.

On désigne sous le nom de *fils* les conducte[urs] qui servent à la fabrication des appareils e[t] la construction des lignes aériennes de fai[ble] débit; on nomme *câbles* des conducteurs forn[més] de deux ou plusieurs fils réunis en un s[eul] faisceau et employés, au lieu d'un conduct[eur] unique de gros diamètre, pour les lignes [de] grand débit.

Conducteurs rigides Edison. — On rempl[ace] quelquefois les câbles souples par des cond[uc]teurs rigides. Ainsi la Société Edison a f[ait] usage pour les canalisations souterraines [de] tringles demi-cylindriques, deux de ces tring[les] tournant leur face plane l'une vers l'autre, maintenues à l'écartement convenable par d[es] disques de carton découpé, imprégnés de m[a]tière isolante; on introduisait ensuite le to[ut] dans un tube de fer qu'on remplissait d'u[ne] composition isolante demi-liquide.

La même Société emploie de préférence a[u]jourd'hui des tiges cylindriques, au nombre [de] deux ou trois, qu'on sépare en enroulant auto[ur] de chacune d'elles, en spires très écartées, d[es] cordes de chanvre; une autre corde sert [à] maintenir le faisceau, qu'on introduit ensui[te] dans un tube de fer. Ces tringles sont prépar[ées] par longueurs de six mètres. On les réunit bo[ut] à bout, en ayant soin d'employer des tiges [de] grosseur décroissante à mesure qu'on s'éloig[ne] de la source. Les tubes de fer sont soudés à r[e]couvrement et entourés d'un ruban goudronn[é] qui empêche l'oxydation. Quand une secti[on] de ligne est posée, on ferme les extrémités [et] l'on coule dans les tubes de fer un mélange [de] bitume et d'huiles lourdes, qu'on a chauffé po[ur] le rendre suffisamment liquide, et qui reste v[is]queux à la température ordinaire : cet end[uit] a l'avantage de ne pas se fendiller comme [les] isolants solides, ce qui faciliterait l'introducti[on] de l'humidité.

Enfin l'on réunit les diverses sections ent[re] elles et avec les embranchements au moyen [de] boîtes de jonction représentées fig. 188. L[es] extrémités des tuyaux en fer sont assemblé[es] entre les deux coquilles d'une boîte en font[e] et les âmes sont reliées entre elles à l'aide d'[é]triers en cuivre solidement vissés avec [les] tringles. Quand le montage est terminé, on co[ule] par un trou ménagé sur la boîte un mélan[ge] isolant de même nature que celui qui remp[lit] les tubes.

Le second modèle est destiné à prendre s[...]

ucteurs généraux d'une maison la dé-
nécessaire au service d'un étage ou
artement. L'un des fils secondaires est
conducteur principal par un coupe-
n plomb.

Nature des conducteurs. — Les conducteurs rigides sont en cuivre ; il en est de même des câbles ; lorsque ceux-ci doivent supporter une traction notable, on les entoure d'une armature en fer qui leur donne la résistance méca-

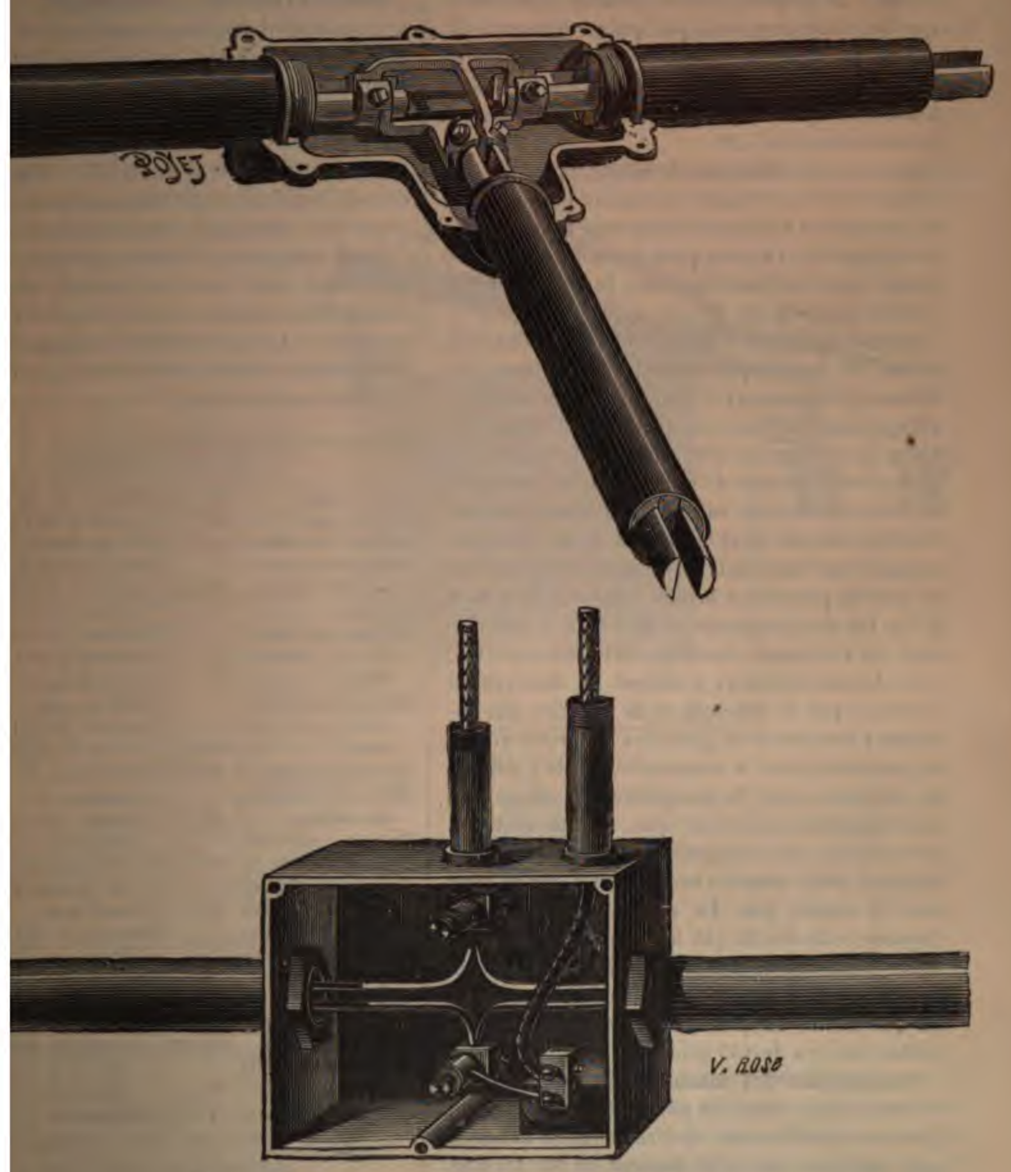


Fig. 188. — Boîtes de jonction Compagnie continentale Edison.

cessaire. Les fils (voy. ce mot) sont en
n bronze phosphoreux, silicieux ou
ou en fer.
re a l'avantage d'être très conducteur ;
est pur, sa conductibilité est égale à
l'argent ; les impuretés la diminuent.

On obtient facilement aujourd'hui du cuivre dont la conductibilité est 0,90 de celle de l'argent et même davantage. Lorsqu'elle atteint 0,95, le cuivre est dit de haute conductibilité. La résistance du cuivre pur est 0,144 ohm par mètre pesant 1 gramme. On prend comme

densité 8,89 dans les applications électriques; enfin sa charge de rupture est d'environ 28 à 29 kilogr. par millimètre carré.

Le fer galvanisé est généralement préféré au cuivre pour les lignes télégraphiques aériennes, à cause de sa plus grande ténacité. On admet que sa résistance est à peu près 7 fois celle du cuivre pur, ce qui fait 10 ohms par kilomètre de fil de 4 millimètres de diamètre à 15°,5. Un kilomètre de ce fil pèse environ 100 kilogr., sa densité étant de 7,79.

On emploie aussi pour le même usage des fils d'acier, dont la ténacité est encore plus grande, ce qui permet d'éloigner davantage les supports. La charge de rupture peut atteindre 110 à 120 kilogr. par millimètre carré; la conductibilité est 0,5 de celle du fer.

Depuis quelques années, on se sert beaucoup de fils de bronze phosphoreux et silicieux. Le bronze phosphoreux s'obtient de la manière suivante: on prépare un phosphure d'étain cristallin et fondant à 370° en chauffant avec du phosphore l'éponge d'étain, précipité résultant de l'action du zinc sur le bichlorure d'étain. On fond ensuite ce phosphure avec du cuivre en proportions convenables; on ajoute quelquefois un peu de plomb. Ce bronze contient de 0,25 à 2,5 p. 100 de phosphore et de 5 à 15 p. 100 d'étain. Sa résistance électrique est assez variable.

Le bronze silicieux s'obtient en désoxydant le cuivre par le silicium et le sodium, qui réduisent les moindres parcelles de protoxyde et augmentent ainsi la conductibilité de l'alliage. Le silicium a sur le phosphore l'avantage d'être conducteur, de sorte que, s'il en reste un petit excès, cela n'augmente pas la résistance. On peut avoir ainsi du bronze aussi conducteur que le cuivre pur. La résistance mécanique dépasse celle du fer (46 kilogrammes par mm. carré); des fils de 2 mm. de diamètre peuvent remplacer des fils de fer galvanisé de 5 mm., ce qui donne un poids de 26 kilogr. par kilomètre, au lieu de 155 kilogr..

Conducteurs des machines électrostatiques. — On désigne ainsi les pièces de cuivre isolées, souvent cylindriques, qui recueillent l'électricité produite par le frottement ou par les phénomènes d'influence.

Conducteur (bon ou mauvais). — Les corps peuvent être divisés en *bons conducteurs* (métaux, charbon calciné, plombagine, acides, solutions salines, etc.) et *mauvais conducteurs*, appelés aussi *isolants* ou *diélectriques* (verre, résine, gomme laque, caoutchouc, soufre, etc.). Les premiers étaient appelés, avant la découverte de la conductibilité, corps *anélectriques*, pa blaient ne pas s'électriser par l'électricité produite s'écoulant le sol; les autres étaient nomm *ques*. Aucun corps n'est complèt

CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQU que possèdent les corps conduct mettre l'électricité. La conduct couverte en 1727 par Gray, qui, tube de verre, s'aperçut qu'un au bout du tube attirait les co fils métalliques de plus en plus dans le bouchon, acquéraient cett toute leur longueur, lorsqu'on f

Nous indiquons à l'article préc les corps sont plus ou moins L'humidité augmente cette prop PERDITION). La conductibilité aug température et varie avec l'état structure moléculaire.

Tableau de la conductibilité électriqu de leurs alliages.

Argent pur......	100 %	Alliage o gent à	
Cuivre pur......	100	Fer de S	
Bronze silicieux..	98	Étain pur	
Alliage cuivre et argent à 50 %.	86.65	Cuivre nieux..	
Or pur..........	78	Bronze nium à	
Siliciure de cuivre à 4 % de silicium..........	75	Acier Sie	
Siliciure de cuivre à 12 % de silicium..........	54.7	Platine p	
Aluminium pur..	54.2	Cuivre n à 10 %	
Étain iodé à 12 % de sodium.....	46.9	Amalgam mium .	
Bronze silicieux téléphonique...	42	Bronze n Dromei	
Cuivre plombifère à 10 % de plomb	30	Cuivre ar 10 % a	
Bronze phosphoreux téléphonique............	29	Plomb pu	
Zinc pur...... ..	29.9	Bronze à étain ..	
Laiton silicieux à 25 % de zinc...	26.49	Nickel pu	
Laiton à 35 % de zinc...........	21.5	Bronze reux à 1	
Phosphure d'étain	17.7	Phosphu vre à phosph	
		Antimoi	

(L

Les corps placés dans le circu laissent passer plus ou moins fa tricité, suivant qu'ils sont plus ducteurs. La conductibilité dépe du corps, de sa longueur et de peut être représentée par

$$c\frac{s}{l}$$

a longueur, s la section, et c la con-té spécifique du corps. La conductibi- l'inverse de la résistance; pour la , il suffit donc de mesurer la résistance mot).

conductibilité (cuivre de). — On donne au cuivre du commerce dont la conduc-tteint au moins 0,95 de celle de l'argent.

UCTION. — Syn. de CONDUCTIBILITÉ.

UCTIVE (DÉCHARGE). — Voy. DÉCHARGE ELLE.

RÈS D'ÉLECTRICITÉ. — Le premier international d'électricité ni à Paris le 15 septembre l'occasion de la première on d'électricité.

ultat le plus important de aux est l'adoption du nou-stème d'*unités absolues*. Il nent appelé l'attention sur sité : de déterminer exac-la valeur de l'ohm ; de fixer n de lumière, et d'étudier n diverses questions : élec-atmosphérique, paraton-etc.

uveau Congrès s'est réuni s d'août 1889 et a sanc-'emploi d'un certain nom-nités et adopté les défini-ivantes :

ule ou unité pratique de aut 10^7 unités C.G.S.; c'est e équivalente à la chaleur pendant une seconde par ant d'un ampère (ou par omb) dans un circuit d'un

tt ou unité pratique de ce vaut 10^7 unités C.G.S.; puissance d'un joule par

é pratique pour les coef-d'induction se nomme le *quadrant*; t 10^9 centimètres.

équence d'un courant alternatif est le de périodes par seconde.

nsité *efficace* de ce courant est la racine lu carré moyen des intensités.

rce électromotrice *efficace* est la racine du carré moyen des forces électromo-

mme résistance *apparente* d'un circuit ient de la force électromotrice efficace tensité efficace.

L'unité pratique d'intensité lumineuse, la *bougie décimale*, est la vingtième partie de l'étalon absolu de lumière défini par la conférence internationale de 1884. Elle est sensiblement égale à la bougie anglaise (candle standard) et au dixième de la lampe Carcel.

Sur la proposition du conseil de l'*American Institute of Engineers*, un nouveau Congrès international d'électricité aura lieu à New-York, en 1892, à propos de l'Exposition fixée à cette date.

CONJONCTEUR-DISJONCTEUR. — Appareil destiné à réunir des accumulateurs avec la source qui doit les charger, et à les séparer automatiquement, lorsque, la force électromotrice de celle-ci devenant insuffisante, les accumulateurs pourraient se décharger à travers le circuit. Il en existe plusieurs modèles, dont l'un est dû à M. Hospitalier; celui que nous décrivons est extrêmement simple et s'applique aux dynamos.

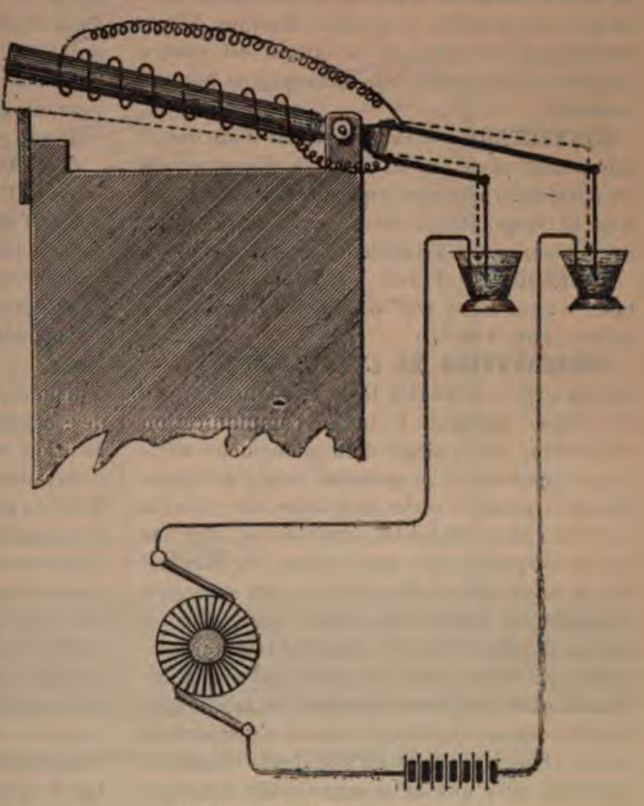


Fig. 189. — Conjoncteur-disjoncteur.

Il se compose d'un électro-aimant droit, articulé à charnière sur l'une des pièces polaires de la machine, et pouvant s'appuyer par l'autre

extrémité sur une saillie de cette pièce (fig. 189). La pièce en saillie et l'extrémité libre de l'électro sont polarisées dans le même sens et se repoussent; mais la répulsion est insuffisante pour soulever l'électro-aimant, et les extrémités des fils de celui-ci ne plongent pas dans les godets de mercure placés au-dessous. Le courant ne parcourt donc d'abord que les inducteurs. Quand la machine fonctionne, la polarité augmente, l'électro est repoussé, comme le montre la figure, et les fils viennent plonger dans les godets. Le circuit des accumulateurs se trouve fermé et la charge s'opère. Si la machine vient à faiblir, la polarité diminue, l'électro-aimant retombe, et le circuit est rompu jusqu'à ce que la machine ait repris sa marche normale.

CONNECTEUR. — Condensateur d'un demi-microfarad placé par M. Van Rysselberghe dans un poste intermédiaire, entre l'entrée et la sortie d'un fil télégraphique servant en même temps à la téléphonie (voy. TÉLÉPHONIE à grande distance).

CONSÉQUENT (POINT). — Pôle supplémentaire d'un aimant non situé à l'une des extrémités. (Voy. AIMANT.)

CONSERVATION DE L'ÉLECTRICITÉ (PRINCIPE DE LA). — « Toutes les fois qu'un système de corps, soustrait à toute communication extérieure, est le siège d'un phénomène électrique quelconque, la quantité totale d'électricité qu'il possède reste invariable. Ce principe se vérifie dans toutes les expériences, et il est une conséquence des vues émises par Maxwell sur la constitution des milieux qui servent à propager les forces électriques. Sans être en mesure d'affirmer que la quantité totale d'électricité qui existe dans la nature est rigoureusement nulle, on doit admettre au moins que les phénomènes physiques actuels n'y apportent aucun changement, et qu'elle reste constante au même titre que la quantité totale d'énergie ou de matière. En d'autres termes une quantité d'électricité peut être considérée comme indestructible par toute autre cause que par une quantité égale d'électricité de signe contraire. M. Lippmann a montré que ce principe conduit à des conséquences analogues à celles du théorème de Carnot; quand on l'associe avec le principe de la conservation de l'énergie, on peut en déduire l'explication d'un certain nombre de phénomènes connus, et, en outre, faire prévoir d'autres phénomènes non encore observés. » (Mascart et Joubert.)

CONSTANTE DIÉLECTRIQUE. — Voy. POUVOIR INDUCTEUR.

CONSTANTE D'UN GALVA
Intensité du champ, supposé
lequel se trouve l'aiguille, l
ment est traversé par l'unité de
Pour une spire de rayon r, l'a
est $\frac{2\pi}{r}$; s'il y a n spires, l'acti

CONSTANTE DE VERDET. -
plan de polarisation de la lu
par une différence de potentiel
(Voy. POUVOIR ROTATOIRE MAGNÉT

CONSTANTES D'UNE SOURC
CITÉ. — On nomme constante
force électromotrice et sa *résistan*
sance de ces deux coefficients, q
un élément, permet de calculer
courant pour un circuit déter
soudre tous les problèmes du m

CONTACT (LOI DU) ou **PRINCI**
— Voy. ÉLECTRICITÉ.

CONTROLEUR ÉLECTRIQUE
dans lequel l'électricité est emp
le contrôle; ces contrôleurs son
dans l'exploitation des chemins

Contrôleur des aiguilles man
tance. — Lorsqu'une aiguille
à distance par un système de le
de s'assurer si elle a bien pris
position voulue, afin d'éviter le
pourraient résulter d'une mauv
Il existe plusieurs appareils élec
à ce contrôle.

Le contrôleur Chaperon se co
teur isolant G portant une pièce m
sur laquelle peuvent frotter
deux ressorts R reliés l'un à la
la pile et à la sonnerie (fig. 190
frotteurs ne touchent pas la pièc
le circuit est ouvert. Quand le ra
s'appliquer contre le rail fixe, il
tige T, qui agit par une manivelle
rizontal X portant la pièce isol
tourner; les ressorts frottent alo
métallique et la sonnerie avert
lage est bien fait. Quand on ram
sa position première, un contre-
sur l'arbre le fait tourner en se
circuit est rompu.

Le contrôleur Lartigue consis
d'ébonite qui peut tourner autou
zontal et qui est divisée en deux
communiquant par un petit o
Dans le compartiment A opposé
tion aboutissent deux fils de pla
un circuit qui renferme une so

t du mercure. Lorsque l'appareil est horile mercure baigne les deux fils de placircuit est fermé et la sonnerie tinte. Si la ncline, le mercure passe en plus grande lans le compartiment M voisin de l'axe ion, et abandonne l'un des fils : le circuit rrompu. Mais, comme l'orifice de com:ion est petit, le mercure met un cerıps à s'écouler, et par suite la sonnerie e à se faire entendre pendant un ins-

airement on dispose deux appareils ıes de chaque côté de la voie à l'extérieur des deux rails. Ceux-ci sont traversés chacun par une tige horizontale qui pousse la boîte d'ébonite et lui fait prendre la position inclinée, lorsque l'aiguille vient s'appliquer sur le rail. Les deux appareils sont d'ailleurs montés en série dans le même circuit.

Lorsque les aiguilles occupent exactement l'une des positions extrêmes qu'elles peuvent avoir, l'une d'elles étant en contact avec le rail correspondant, la boîte placée de ce côté est inclinée et interrompt le circuit.

Si l'on passe à l'autre position, la première boîte redevient horizontale, et la seconde s'in-

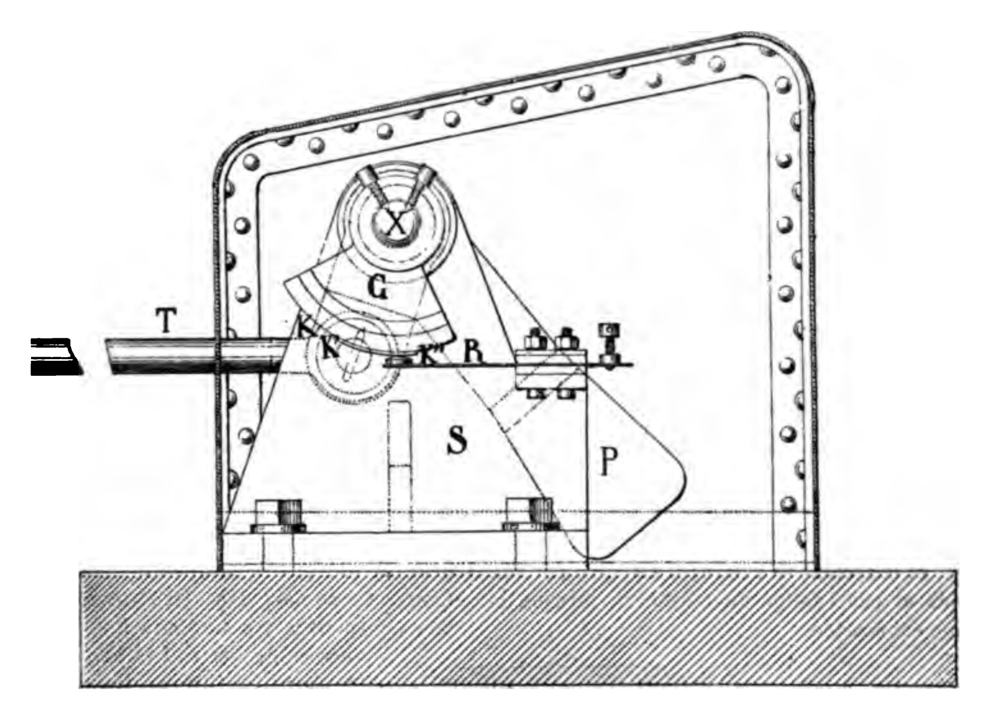


Fig. 190. — Contrôleur d'aiguilles (système Chaperon), d'après un dessin communiqué par M. G. Dumont.

ɜ circuit est donc encore interrompu. tre ces deux positions, le circuit restera n instant, à cause de la lenteur avec s'écoule le mercure ; la sonnerie tinc pendant ce temps et avertira que le ıent s'est bien fait.

ur une cause quelconque, les deux ai-ʼestaient dans une position interméɛs deux boîtes resteraient horizontales ıiraient un tintement continu. Enfin, ıvait aucun tintement, on serait averti ste un dérangement dans l'un des or-

ı'un poste commande plusieurs aiguilles, on peut n'avoir qu'une sonnerie, à condition que chaque circuit contienne un galvanomètre pour faire savoir quelle est l'aiguille qui a produit le tintement.

La compagnie du Nord emploie un appareil formé d'un secteur A, mobile autour de l'axe B et arrêté par la vis C (fig. 192). Un ressort très énergique D maintient le secteur dans la position du dessin, c'est-à-dire en contact avec les frotteurs R. En V est articulée sur le secteur une tige M en bronze dur, qui traverse l'éclisse R et l'âme du rail contre-aiguille. L'écrou N, maintenu par une goupille, règle la saillie de cette tige.

L'éclisse R, qui porte l'enveloppe de fonte *aa*, est fixée au côté extérieur du rail, à environ 0,25 m. de la pointe, de manière que la tige M fasse une légère saillie entre le contre-rail lame de l'aiguille. Lorsque la lame d'aigi s'applique contre le rail, elle repousse

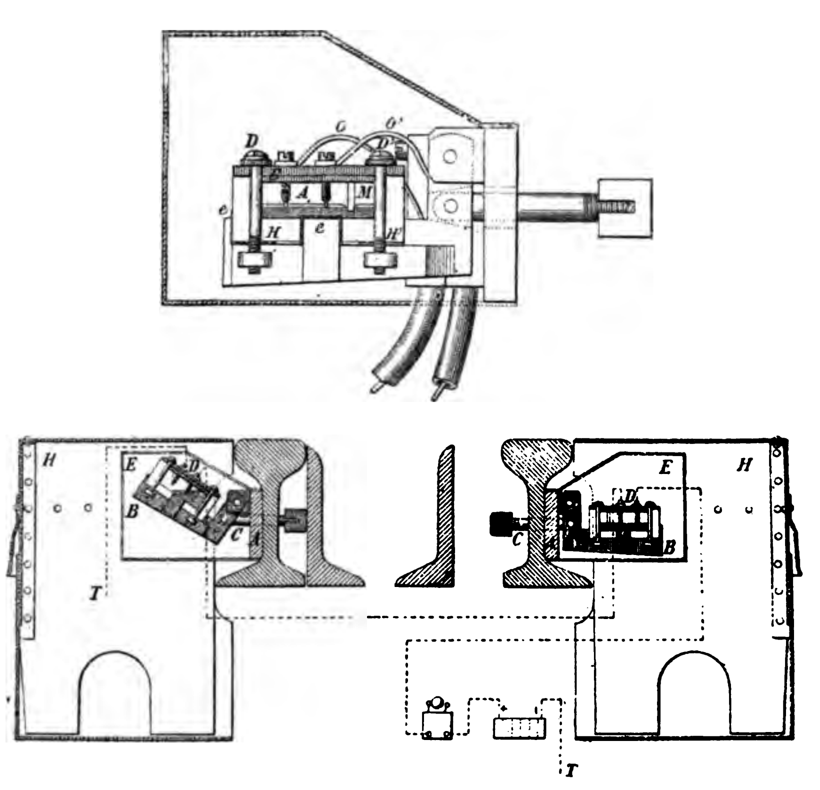


Fig. 191. — Contrôleur Lartigue, d'après un dessin communiqué par M. G. Dumont.

tige, et le secteur se relève ; il retombe par son poids 'et par l'action du ressort D, lorsque la lame est écartée.

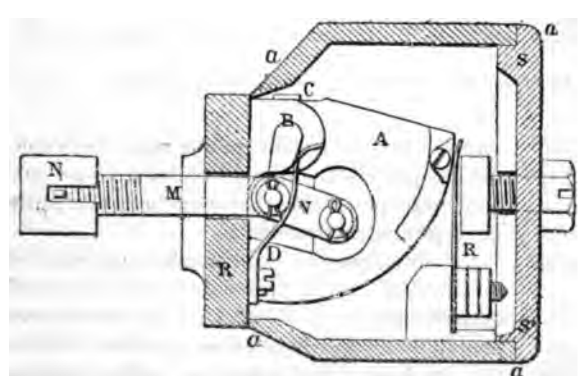


Fig. 192. — Contrôleur d'aiguilles de la Compagnie du chemin de fer du Nord.

Les contrôleurs placés des deux côtés d'une même aiguille sont intercalés en série dans un même circuit, qui se trouve fermé lorsque les deux secteurs A sont, comme le montre figure, en contact avec les frotteurs R. D l'état normal, il y a toujours une lame ap quée contre le rail et l'autre écart le circuit est donc toujours ouv mais, dans le passage de l'une à l'a des positions, les deux lames se t vent écartées à la fois pendant un tant, le circuit se ferme et la sonn tinte.

Quand un même poste comma plusieurs aiguilles, il suffit d'empl une seule sonnerie, mais on ét autant de dérivations qu'il y a guilles, et sur chacune d'elles on p une boussole numérotée. Quand manœuvre une aiguille, la sonn tinte et la boussole correspondante être déviée.

Contrôleur des disques. — Les disque ou carrés qui protègent les gares sections de la voie peuvent occur

quand ils sont *ouverts*, c'est-à-dire pa-
à la voie, le train peut passer; quand
t *fermés* ou perpendiculaires à la voie,
a doit s'arrêter ou tout au moins ralentir
che. Ces disques sont souvent manœu-
distance au moyen de fils de fer ou de
nétalliques dont la longueur dépasse
efois 1,200 mètres. Il importe qu'on soit
que la manœuvre voulue a été bien exé-
t que le disque a tourné de l'angle con-
e. Pour cela, on installe au point où se
manœuvre une pile dont l'un des pôles
unique avec la terre et l'autre avec une
ie et un fil isolé qui vient se terminer
ressort frottant sur un cercle placé à la
u disque et tournant avec lui. Quand le
est ouvert, la partie du disque en con-
ec le ressort est en matière isolante ; le circuit est rompu. Quand le disque est fermé, la partie du cercle qui vient rencontrer le ressort est en métal et communique avec le sol; la sonnerie tinte tant qu'il reste dans cette position.

Contrôleur de l'éclairage des disques ou photoscope. — La nuit, les disques sont munis d'une lanterne, qui présente au train un feu blanc lorsque la voie est ouverte et un feu rouge lorsqu'elle est fermée. Il existe un certain nombre d'appareils permettant à la gare de constater que la lanterne est bien allumée, lorsque la distance ou la courbure de la voie ne permettent pas de le voir directement.

Le *photoscope* de M. Coupan, employé par la compagnie P.-L.-M., se compose d'une spirale *a* (fig. 193), formée d'un ruban de cuivre et d'un ruban d'acier soudés sur toute leur longueur,

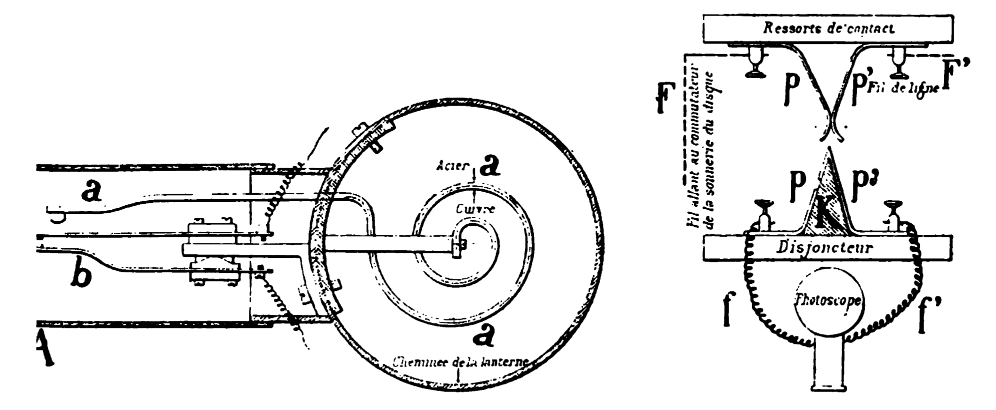


Fig. 193. — Photoscope, d'après un dessin communiqué par M. G. Dumont.

e au-dessus de la cheminée de la lan-
L'extrémité centrale est fixe ; l'autre
terminer auprès des ressorts *bc* qui
ient les deux bouts d'un circuit conte-
ne pile et une sonnerie. Lorsque la
n'est pas allumée, les différentes pièces
it les positions représentées par la
et le circuit est ouvert. Quand la lampe
mée, la spirale *a* s'échauffe, et l'extré-
re, se recourbant par suite de la dilata-
puie l'un contre l'autre les ressorts *bc*:
it est fermé.
areil utilise ordinairement le fil et la
e qui servent pendant le jour à con-
a position du disque (Voy. CONTROLEUR
UES); on obtient ce résultat à l'aide du
eur, représenté à part. Le fil de la son-
st interrompu à la hauteur où doit
lanterne et les deux bouts so par deux ressorts *p p'* qui sont en contact; l'appareil fonctionne comme nous l'avons expliqué plus haut, et le photoscope et le disjoncteur sont hors du circuit. Lorsqu'on monte la lanterne, une pièce de bois K, en forme de coin, portant sur ses deux faces des plaques de cuivre PP', isolées l'une de l'autre, mais reliées par des fils *ff'* aux ressorts *bc* du photoscope, pénètre entre les deux ressorts supérieurs *pp'*, et intercale le photoscope dans le circuit.

Contrôleur du fonctionnement des appareils désengageurs. — Quand il existe à l'extrémité d'une gare un poste muni de signaux d'arrêt absolu, qui doivent être normalement fermés, les manœuvres qui se font au centre de la gare sont généralement couvertes par des appareils
permettent aux agents du poste
istance ou de *désengager*

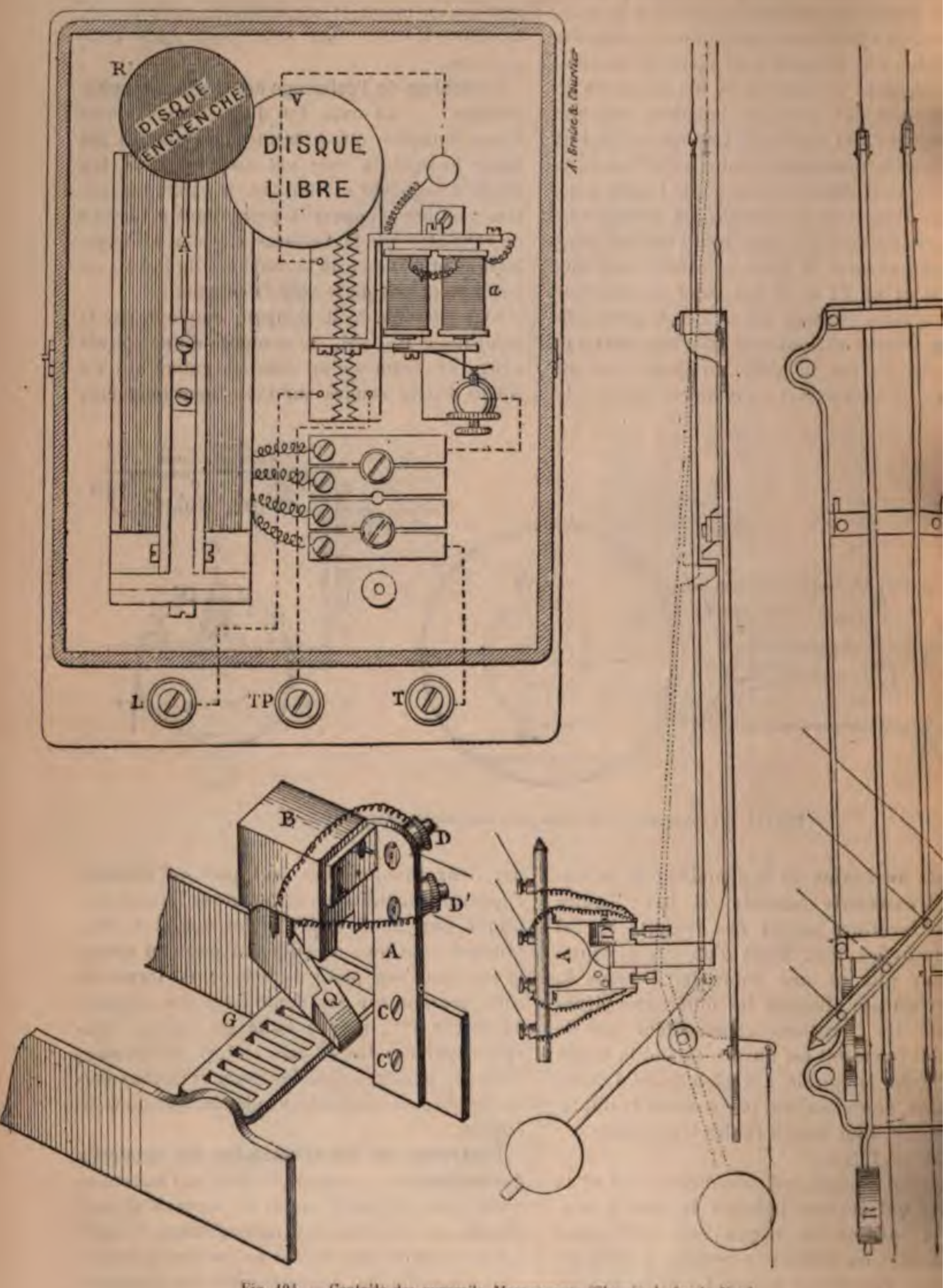


Fig. 194. — Contrôle des appareils désengageurs (Chemin de fer du Nord).

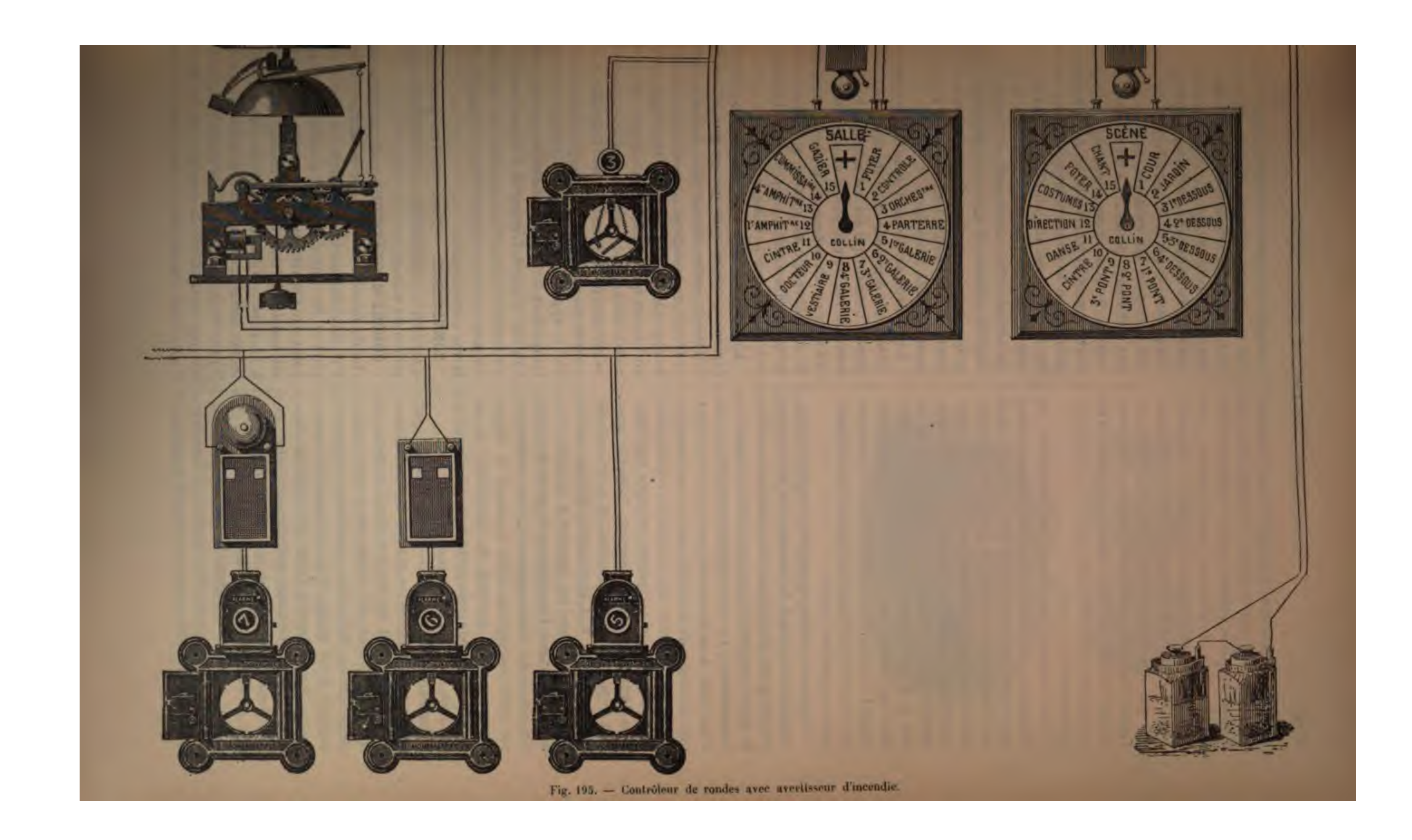


Fig. 195. — Contrôleur de rondes avec avertisseur d'incendie.

la transmission des signaux d'arrêt manœuvrés par le poste extrême. Il faut alors que l'agent du poste central sache si l'appareil désengageur a fonctionné régulièrement, que l'agent du poste extrême soit averti lorsque la transmission est désengagée, pour qu'il ne cherche pas à manœuvrer les signaux, enfin que l'agent du poste central soit prévenu lorsque le signal d'arrêt est effacé pour la réception d'un train, afin qu'il ne coupe pas à ce moment la transmission.

Pour remplir ces conditions multiples, la Compagnie du Nord emploie des commutateurs analogues aux contrôleurs de disques, et dont la disposition a été étudiée par M. E. Sartiaux. Quand, au poste extrême, on efface le signal pour laisser passer un train, le commutateur B, soulevé par la rotation du gril G, relève le levier Q et fait communiquer les deux fils DD', dont l'un vient d'une pile et l'autre va au poste central : le circuit est ainsi fermé et le courant fait mouvoir à ce poste un appareil qui indique que le signal est effacé.

L'appareil désengageur porte un autre commutateur D. Quand le contrepoids R, manœuvré du poste désengageur, retombe et soulève la barre supérieure, de manière à couper la transmission, ce commutateur ferme le circuit d'une pile, dont le courant passe à la fois dans une sonnerie de contrôle placée au poste désengageur et dans une boussole, représentée sur la figure, qui est placée au poste extrême. Sous l'influence de ce courant, l'aiguille portant le petit disque R s'incline et vient couvrir le disque fixe V. L'inscription *Disque enclenché* apparaît donc au guichet à la place des mots *Disque libre*. Le signaleur du poste extrême est averti du désengagement, non seulement par cette inscription, mais aussipar le tintement sourd et continu du trembleur *a*. La boîte de cette boussole porte le numéro correspondant au levier désengageur.

Contrôleur de rondes. — Ces appareils sont destinés à vérifier si les rondes instituées dans un établissement ont eu lieu régulièrement, et si elles ont bien été faites aux heures réglementaires. Parmi les nombreux appareils destinés à cet usage, il en est un certain nombre qui fonctionnent à l'aide d'un courant électrique. Nous citerons notamment celui de MM. Dumont et Cabaret, qui est employé à la gare de l'Est, et celui de M. Napoli.

Dans ce dernier appareil, chaque poste se compose simplement d'un bouton de sonnerie monté en dérivation sur un circuit contenant une pile et un électro-aimant. Quand on sur un bouton, l'électro-aimant attire s mature, qui déclenche une roue isolan traînée par un rouage d'horlogerie, et p sur son axe un cylindre métallique relié à tro-aimant, et sur la surface duquel sont des lettres ou des numéros qui corresp aux différents postes. La roue contin tourner, le courant est interrompu presq médiatement et se rétablit un instant ap moment où le numéro correspondant a ton touché passe au point le plus bas du dre. Ce numéro s'imprime alors sur un qui avance d'un mouvement uniforme a sous du cylindre et vient s'appliquer à ment contre sa surface. Ce papier porte dications d'heure qui font connaître à qu ment la ronde a été faite.

Le contrôleur de rondes de Collin n'en l'électricité que pour faire mouvoir un a seur d'incendie qui lui est adjoint. Le c leur (fig. 195) se compose d'un chronomèt fait tourner un cadran de papier. Chaqu de contrôle porte un poinçon qui, à trave fente du chronomètre, imprime une lettr cadran, lorsque le veilleur passe.

L'avertisseur d'incendie se compose d' cepteur à cadran relié par un seul fil a différents postes de contrôle. A chaque se trouve un rouage placé au-dessus de l de contrôle. En cas d'alarme, le veilleur un bouton qui déclenche le rouage ; celu met à tourner et produit le nombre de c nécessaire pour faire avancer l'aiguille cepteur jusqu'à la case correspondant a qui a appelé. Le courant actionne en temps deux sonneries, l'une au récepteur, au poste d'appel. L'appareil d'alarme est un régulateur, qui trace un trait sur un de papier pour indiquer l'heure à laque larme a été donnée.

CONVECTION. — Nom que l'on donn quefois à la transmission de l'électricité milieu en vibration.

COUCHE MAGNÉTIQUE. — « Si une min che de matière magnétique est aimant une direction partout normale à sa sur produit de l'intensité de l'aimantation point par l'épaisseur de la couche en c est appelé l'intensité de la couche mag à ce point. Si l'intensité de la couche même partout, on l'appelle une couche tique simple ; si elle varie d'un point à on peut considérer la couche comme d'un certain nombre de couches simples

différentes) superposées et se recouvrant l'une l'autre. On l'appelle alors une couche magnétique complexe » (Maxwell).

On démontre que le potentiel développé en un point par une couche magnétique est le produit de l'intensité de cette couche par l'angle solide sous lequel son contour est vu du point donné.

COULOMB. — Unité pratique de quantité d'électricité dans le système électromagnétique. C'est la quantité d'électricité qui traverse en une seconde la section d'un conducteur parcouru par un courant d'un ampère. Le coulomb vaut 10^{-1} unités C. G. S. de quantité. (Voy. UNITÉS.)

COULOMBMÈTRE. — Voy. COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ.

COUP DE POING. — Voy. EXPLOSEUR.

COUP DE SOLEIL ÉLECTRIQUE. — On emploie aisément, à l'heure actuelle, pour la soudure électrique des métaux par exemple (procédé de Benardos), un courant de 110 volts et [illegible] ampères, produit par 500 accumulateurs Planté. L'arc voltaïque qui en résulte fait pâlir le soleil et lui donne l'aspect d'une vieille lune; la température dégagée est de 3,000 à 6,000 degrés centigrades. L'homme qui s'y expose, par imprudence ou par profession, reçoit le coup de soleil électrique avec tuméfaction de la peau, chémosis des paupières, œdème et finalement desquammation comme dans l'érysipèle.

Le docteur Maklakoff attribue tous ces accidents à l'action chimique des rayons électriques. Il conseille pour y remédier l'emploi d'un voile jaune en taffetas gommé, fixé sur un cercle entourant la tête et muni, comme un casque, d'une visière garnie d'une plaque de verre gris mélange de rouge et de vert.) Cet appareil paraît léger, pratique et pas ridicule au point d'empêcher les ouvriers de s'en servir. Quant aux mains, il faut les protéger par de gros gants si l'on veut éviter la destruction rapide de l'épiderme.

COUPE-CIRCUIT ou **CUT-OFF.** — Appareil destiné à couper automatiquement un circuit lorsque l'intensité devient trop forte; ils évitent les accidents tels que détérioration des fils, des lampes ou autres appareils placés dans le circuit, incendies, etc.

Les coupe-circuits sont généralement formés d'un fil ou d'une lame de plomb, dont les dimensions sont calculées pour qu'il fonde quand le courant atteint une intensité voulue : le plomb fond lorsque la densité du courant qui le traverse atteint 30 ampères par millimètre carré de section. La figure 196 représente deux des modèles les plus simples. Le premier est destiné aux faibles débits; il est formé d'un fil de plomb; le second, qui se compose d'une lame

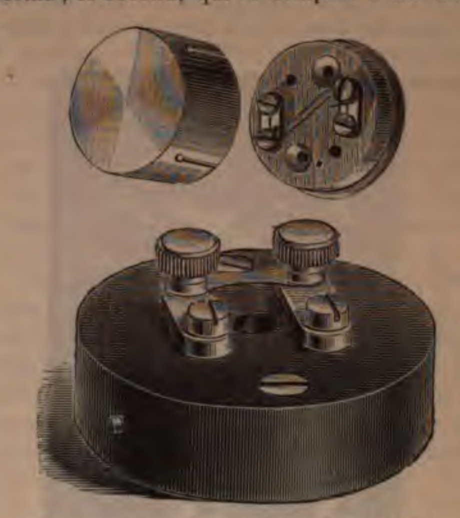


Fig. 196. — Coupe-circuit avec fil ou lame de plomb.

de même métal, est destiné aux courants plus intenses; ils sont tous deux sur plaque isolante et peuvent être protégés par un couvercle bronzé ou nickelé. En cas de fusion, le fil ou la lame se remplacent facilement.

Certains coupe-circuit sont formés d'un interrupteur que le courant ouvre lui-même quand l'intensité devient trop forte.

Les uns sont analogues à l'interrupteur à mercure de Foucault. L'armature d'un électro-aimant peut osciller autour d'un axe et porte deux lames qui ferment le circuit en plongeant dans un godet de mercure. Quand l'intensité dépasse la limite fixée, l'armature est attirée; les lames sortent du mercure et le courant est rompu.

Enfin le coupe-circuit magnétique de MM. Woodhouse et Rawson (fig. 197) se compose d'un électro-aimant placé dans le circuit et dont l'armature, mobile autour d'un axe horizontal, porte deux tiges de cuivre qui plongent dans des godets de mercure auxquels aboutissent les deux bouts du fil de ligne. Le poids de l'armature maintient les tiges dans cette position, qui est celle représentée par la figure, et le circuit se trouve fermé. Si l'intensité du courant devient trop forte, l'aimantation du noyau de l'électro acquiert une valeur assez grande pour qu'il attire son armature, malgré l'action contraire de la pesanteur. Les tiges de cuivre sortant du mercure, le courant est interrompu, et il continue à l'être, malgré la désaimantation de

l'électro, parce que l'armature, entraînée par son propre poids, tombe complètement de l'autre côté. On peut disposer sur le côté gauche de l'armature deux autres tiges de cuivre sem-



Fig. 197. — Coupe-circuit magnétique.

blables aux premières et qui, en tombant dans d'autres godets de mercure, introduisent dans le circuit une résistance, ou mettent en march une sonnerie, ou produisent tout autre effet. Un petit écrou permet de régler l'instrument pour tous les courants que le diamètre du fil de la bobine lui permet de supporter. La communication peut se rétablir à la main ou par une disposition automatique quelconque agissant quelques moments après l'interruption. Il faut seulement avoir soin, en installant l'appareil, de le mettre parfaitement de niveau. La figure représente le modèle le plus récent de ce coupe-circuit. Il est recouvert d'une glace ronde, dont la position est indiquée par des traits ponctués, et qui se fixe par une monture à baïonnette, de sorte qu'on peut l'enlever facilement pour replacer l'armature dans les godets.

Les coupe-circuits peuvent être joints à un interrupteur ou à un autre appareil (voy. INTERRUPTEUR).

COUPLAGE. — Différentes manières de réunir ensemble un certain nombre d'éléments de piles ou de machines d'ind

Couplage des piles. — Lorsqu'on se se fois de plusieurs éléments de piles, il avoir avantage, suivant les cas, à les réu différentes manières.

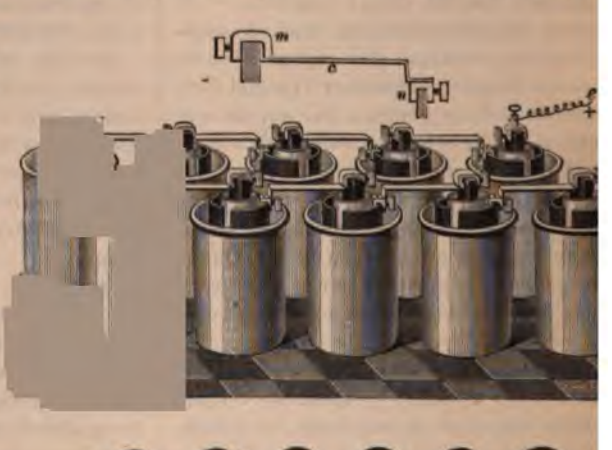
Couplage en série ou en tension. — Souv réunit les couples par les pôles de nom traires, le pôle négatif de chaque élément joint au pôle positif du suivant (fig. 19 courant traverse alors successivement les rents couples, et par conséquent la force tromotrice totale est égale à la somme des électromotrices de tous les éléments, la tance totale à la somme des résistances est la force électromotrice d'un quelconq éléments, r sa résistance et R celle du extérieur, l'intensité est, d'après la loi d

$$I = \frac{\Sigma E}{R + \Sigma r}.$$

Si tous les éléments sont identiques, e y en ait n,

$$(1) \qquad I = \frac{nE}{R + nr}.$$

Couplage en batterie ou en quantité. — Un mode d'assemblage consiste à disposer le ples *en batterie* ou *en surface*, c'est-à-dire nir ensemble d'une part tous les pôles p d'autre part tous les pôles négatifs (fig



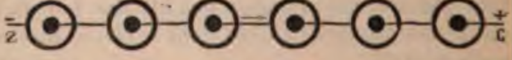


Fig. 198. — Couplage des piles en série.

L'appareil équivaut alors à un seul éléme le premier point d'attache représente positif, le second le pôle négatif, et l électromotrice est la même qu'avec un é unique. En effet, tous les zincs commu

ensemble sont nécessairement au même potentiel; les liquides prennent tous à leur contact le même excès de potentiel et le transmettent à tous les pôles positifs. Cette disposition n'offre donc aucun avantage au point de vue de la force

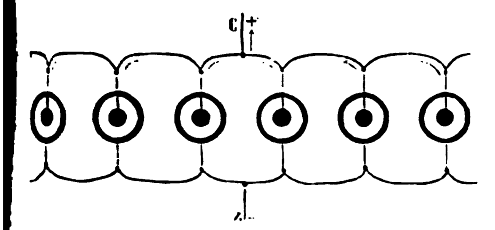


Fig. 199. — Couplage des piles en batterie.

électromotrice, mais en revanche elle diminue la résistance, car le courant traverse tous les couples à la fois : une pile formée de n éléments équivaut à un couple unique dont la surface serait égale à la somme des surfaces. Donc, si les éléments sont égaux, la résistance sera $\frac{r}{n}$ et l'intensité

(2) $$I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR + r}.$$

Dispositions mixtes. — Il est bien rare qu'on monte en batterie tous les éléments qu'on veut employer, surtout s'ils sont un peu nombreux ; on a plus souvent recours à une disposition mixte (fig. 200) : on forme à l'aide de ces cou-

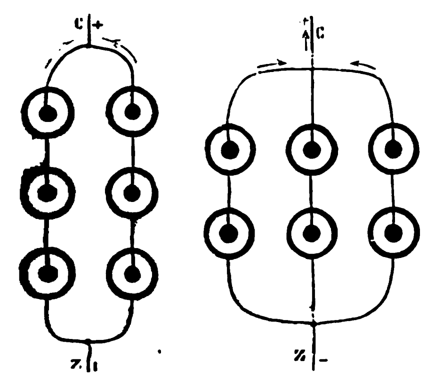


Fig. 200. — Groupement de six couples en deux séries de trois et en trois séries de deux.

ples un certain nombre de batteries, m par exemple, composées chacune de p éléments. La résistance de chaque batterie est $\frac{r}{p}$, la résistance totale $\frac{mr}{p}$, et la force électromotrice mE,

(3) $$I = \frac{mE}{R + \frac{mr}{p}} = \frac{E}{\frac{R}{m} + \frac{r}{p}}.$$

De plus, si n est le nombre total des couples, on a

(4) $$n = mp.$$

Comparaison des différents modes de couplage. — Aucune de ces dispositions ne l'emporte sur les autres : chacune d'elles présente certains avantages, et l'on doit chercher dans chaque cas particulier, à l'aide des formules précédentes, quelle est celle qu'il convient d'employer. Nous pouvons cependant donner quelques indications générales.

Dans le cas où la résistance extérieure R est très grande, il est préférable de monter les piles en série ; si au contraire elle est très faible, il vaut mieux adopter la disposition en batterie. En effet, supposons d'abord la résistance R très grande : dans la formule (1) nous pouvons, sans erreur sensible, négliger la résistance de la pile, ce qui donne

$$I = \frac{nE}{R}.$$

L'intensité est donc proportionnelle au nombre des éléments. Si au contraire nous négligeons r dans la formule (2) il vient

$$I = \frac{nE}{nR} = \frac{E}{R}.$$

Donc si, dans ce cas, on montait les piles en batterie, l'intensité serait à peu près indépendante du nombre des éléments ; c'est donc la disposition en série qu'il faut adopter.

Si la résistance extérieure est très faible, c'est au contraire R qu'on peut négliger : la formule (1) donne

$$I = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r}$$

et la formule (2)

$$I = \frac{nE}{r}.$$

C'est donc la disposition en batterie qu'il faut choisir, puisque c'est celle qui donne une intensité proportionnelle au nombre des couples.

On peut aussi chercher quel nombre n d'éléments il faut employer, soit en tension, soit en batterie, pour obtenir une intensité déterminée I ; la formule (1) ou la formule (2) donnent la valeur de n.

Enfin, si l'on n'a à sa disposition qu'un certain nombre n d'éléments, il est utile de connaître l'intensité maximum qu'on pourra obtenir, avec un circuit extérieur de résistance donnée R, et comment il faudra les grouper. Supposons qu'on forme une batterie de p élé-

ments, il faudra se servir des équations (3) et (4), et l'on démontre que pour rendre maximum l'expression

$$I = \frac{E}{\frac{R}{m} + \frac{r}{p}}$$

ou, ce qui revient au même, rendre minimum son dénominateur, il faut qu'on ait

$$\frac{R}{m} = \frac{r}{p}, \quad (5)$$

ou

$$R = \frac{mr}{p}. \quad (6)$$

Il faut donc, si l'on dispose d'un nombre donné n d'éléments, les assembler de telle sorte que la résistance totale de la pile soit autant que possible égale à celle du circuit extérieur. On calculera m et p par les formules (5) et (6).

Couplage des machines. — Les machines d'induction étant comparables à des éléments de piles, on peut leur appliquer les raisonnements qui précèdent, et les grouper aussi en série ou en quantité. Il y a cependant quelques précautions à prendre. Il faut tenir compte de la nature de la machine et de son mode d'enroulement. Enfin il faut avoir soin de faire passer des courants égaux dans les inducteurs de toutes les machines, afin qu'elles aient des champs magnétiques égaux.

Couplage des dynamos à courant continu. — Pour ces machines, le couplage en série ne présente pas de difficultés. S'il s'agit de machines excitées en série, on réunit la borne positive de l'une à la négative de l'autre, et l'on attache le circuit extérieur aux deux autres bornes (fig. 201, I). On choisit ordinairement des machines à peu près de même puissance, afin de ne pas brûler la plus faible.

Si les machines sont excitées en dérivation, on peut les grouper en série de la même façon, mais en outre on relie ensemble les deux inducteurs, de manière qu'ils forment une seule dérivation partant de la borne négative d'une machine pour aboutir à la borne positive de l'autre (fig. 201, II).

Enfin, si les machines sont excitées en compound, on relie les gros fils comme dans le premier cas, et les fils fins comme dans le second (fig. 201, III). On grouperait de même un nombre quelconque de machines, mais, dans la pratique, on n'en accouple jamais plus de trois ou quatre.

Dans le couplage en quantité, il faut éviter que l'inducteur de la machine la plus faib trouve parcouru en sens inverse par le co

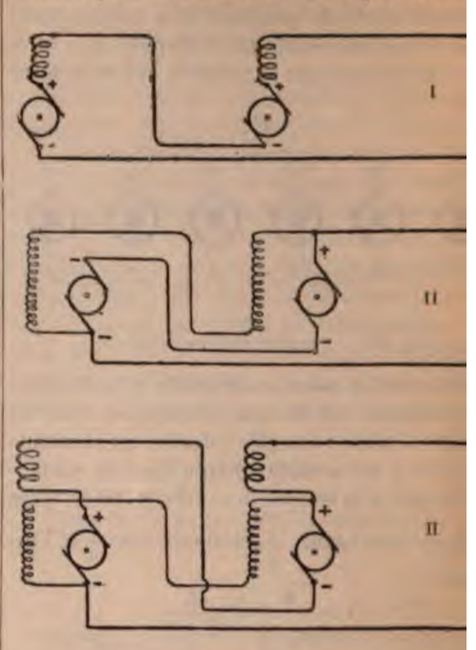


Fig. 201. — Couplage en série des dynamos à courant co

de l'autre, ce qui rendrait son champ ma tique encore plus faible.

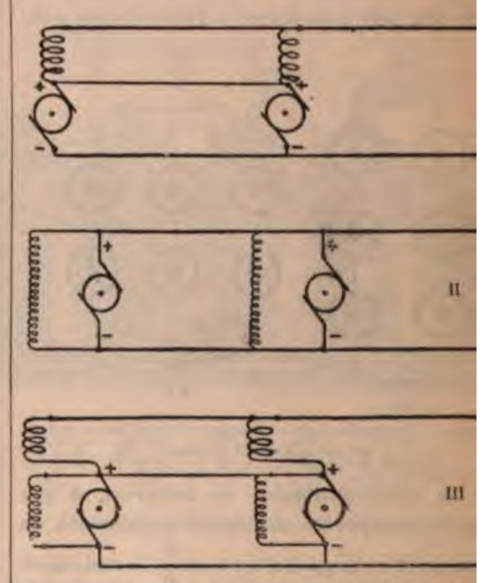


Fig. 202. — Couplage en quantité des dynamos à courant c

Si les machines sont excitées en série relie d'une part les bornes positives, d'a part les négatives, puis on réunit le com

rement des inducteurs par un fil fin appelé *fil de Gramme* ou *fil d'équilibre* (fig. 202, I).

Si elles sont excitées en dérivation, on réunit ensemble respectivement toutes les bornes et les extrémités des inducteurs de même nom (fig. 202, II).

Enfin, si elles sont excitées en compound, on opère comme pour les machines excitées en série, mais de plus on relie les fils fins d'une part au fil de Gramme, d'autre part aux balais négatifs (fig. 202, III).

Couplage des dynamos à courants alternatifs. — Ces machines, comme l'a montré M. J. Hopkinson, ne se prêtent pas au groupement en série, parce qu'elles adoptent des phases opposées d'alternativités et les courants se produisent successivement. Le groupement en quantité leur convient au contraire beaucoup mieux, parce que les courants se produisent simultanément et s'ajoutent. Il est cependant nécessaire de prendre quelques précautions pour obtenir un bon fonctionnement des appareils.

COUPLE. — Syn. d'*élément* de pile. (Voy. PILE.)

COUPLE TERRESTRE. — On appelle *couple*, en mécanique, le système formé par deux forces égales, parallèles et de sens contraires, mais non directement opposées. Un couple n'a pas de résultante; appliqué à un corps, il le fait tourner jusqu'à ce que les deux forces se trouvent directement opposées : il y a alors équilibre.

Le champ magnétique terrestre pouvant être regardé comme constant en un même lieu, une aiguille aimantée est soumise à deux forces égales, parallèles et de sens contraires, appliquées à ses deux pôles. C'est le couple directeur terrestre. (Voy. MAGNÉTISME et CHAMP TERRESTRE.)

COUPLEUR. — Voy. CONJONCTEUR-DISJONCTEUR.

COUPURE. — Pièce de cuivre qui reçoit les extrémités de deux sections consécutives d'une ligne télégraphique, et qui permet de localiser plus facilement les dérangements produits sur ces lignes.

Coupure permanente. — Poste télégraphique pouvant communiquer en tout temps avec les postes situés de chaque côté.

Coupure facultative. — Poste qui ne sert que d'une manière exceptionnelle, les postes situés en deçà ou au delà étant ordinairement en communication directe.

COURANT. — Flux d'électricité qui traverse un conducteur dont les extrémités sont à des potentiels différents.

Si l'on réunit par un fil métallique deux conducteurs isolés et possédant des potentiels inégaux, la différence tend à disparaître ; les conducteurs prennent bientôt un même potentiel et l'équilibre est rétabli. Le système étant isolé n'a pu recevoir d'électricité de l'extérieur : il faut donc qu'une partie de celle qui était sur le conducteur au potentiel le plus élevé ait passé sur l'autre. C'est ce qu'on nomme un *courant*. Si les deux conducteurs sont les deux pôles d'une pile, la force électromotrice de celle-ci tend à rétablir sans cesse entre eux une différence de potentiel constante, et le courant peut continuer jusqu'à l'épuisement des substances qui constituent la pile.

On dit que le courant est dirigé, dans le conducteur interpolaire, du pôle (pôle positif) qui a le potentiel le plus élevé à l'autre (pôle négatif). Dans l'intérieur de la pile, l'expérience montre qu'il va du pôle négatif au pôle positif, de façon à constituer un circuit complet.

Ainsi, dans un élément de pile (fig. 203), le

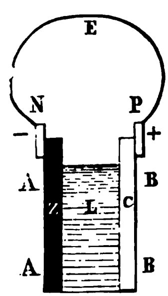


Fig. 203. — Sens du courant.

sens du courant est PEN dans le circuit extérieur, et NLC dans l'élément.

On constate aussi que l'intensité, c'est-à-dire la quantité qui traverse par seconde une section quelconque du circuit, est la même en tous les points. La gauche et la droite d'un courant se définissent d'après la règle d'Ampère.

On imagine un observateur placé sur le conducteur, recevant le courant par les pieds et regardant l'aimant ou le courant étudié. La droite et la gauche de cet observateur sont la droite et la gauche du courant.

L'intensité du courant dépend de la force électromotrice de la pile et de la résistance du circuit.

Elle est donnée par les lois suivantes :

Lois d'Ohm. — La propagation d'un courant dans un conducteur offre une certaine analogie avec celle de la chaleur à travers un mur. En s'appuyant sur cette analogie, Ohm a pu établir les lois relatives à la propagation des courants ;

elles ont été vérifiées expérimentalement par plusieurs physiciens, notamment par Pouillet.

Si l'on maintient entre deux points A et B une différence constante de potentiel e, et qu'on réunisse ces deux points par un fil métallique de résistance r, l'intensité du courant qui traverse ce fil est

$$I = \frac{e}{r}.$$

Elle est donc en raison directe de cette différence de potentiel et en raison inverse de la résistance.

Si un même circuit comprend différents conducteurs de résistance r_1, r_2, r_3, etc., et que e_1, e_2, e_3, etc., soient les différences de potentiel qui existent entre les extrémités de chaque conducteur, l'intensité étant toujours la même en tous les points du circuit, nous aurons

$$I = \frac{e_1}{r_1} = \frac{e_2}{r_2} = \frac{e_3}{r_3} = \ldots = \frac{e_1 + e_2 + e_3 + \ldots}{r_1 + r_2 + r_3 + \ldots}$$

Appliquons cette équation au circuit tout entier, c'est-à-dire à la pile et aux conducteurs, quels qu'ils soient, qui réunissent les deux pôles. Le dénominateur représente la somme des résistances de la pile et des conducteurs : soit r la première et R la somme des autres ; on aura $R + r$. D'un autre côté, le numérateur comprend la somme des différences de potentiel qui se produisent dans tout le circuit : cette somme est constante et égale à ce qu'on appelle la force électromotrice de la pile ; appelons la E. L'équation devient

$$I = \frac{E}{R + r}.$$

Si, dans cette formule, le numérateur est exprimé en volts et le dénominateur en ohms, l'intensité sera déterminée en ampères.

Pour tout élément de pile d'un même type le numérateur est constant : l'intensité ne dépend donc que de la résistance de l'élément lui-même et de celle du circuit extérieur.

Lorsqu'on emploie simultanément plusieurs éléments de piles, les formules d'Ohm permettent encore de calculer l'intensité. (Voy. COUPLAGE DES PILES.)

Courants dérivés. — Si, au lieu d'un conducteur unique, on réunit deux points du circuit par plusieurs fils aboutissant aux mêmes points, le courant se partage entre ces différents bras, qu'on nomme des dérivations.

L'intensité de ces courants dérivés est donnée par les lois de Kirchhoff.

Lois de Kirchhoff. — Étant donné un c qui contient une dérivation (fig. 204) on a

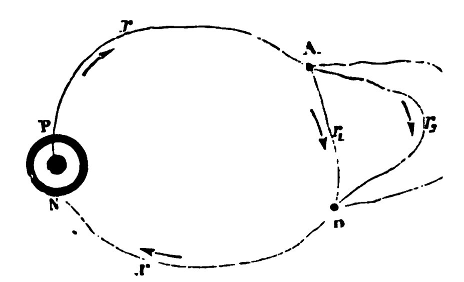


Fig. 204. — Courants dérivés.

que tout se passe comme si les fils placés A et B étaient remplacés par un fil uniq conductibilité égale à la somme de leurs ductibilités. On démontre alors les deux suivantes :

1° En tout point tel que A ou B, auquel tissent plusieurs fils, la somme des inte est nulle

$$(1) \qquad \Sigma i = 0.$$

Il faut pour cela tenir compte du se chaque courant. Ainsi, en A, on aurait, e pelant i_1 i_2 i_3 les intensités des courant rivés

$$i_1 + i_2 + i_3 - i = 0.$$

2° Si l'on parcourt un circuit con on a

$$(2) \qquad \Sigma ir = \Sigma E.$$

Dans le cas particulier où ce circuit n ferme aucune force électromotrice, on a

$$\Sigma ir = 0.$$

Ainsi le circuit PAr_1 BNP donne

$$ir + i_1 r_1 = E.$$

Le circuit Ar_1 Br_2A donne

$$i_1 r_1 - i_2 r_2 = 0.$$

Cette dernière relation montre que c dérivation est parcourue par un courant i sement proportionnel à sa résistance.

Les formules (1) et (2) permettent d soudre tous les problèmes. Nous donn comme exemple les résultats relatifs au c il n'y aurait entre A et B que deux fils de tance r_1 et r_2.

On a

$$(1) \qquad i = i_1 + i_2$$
$$ir + i_1 r_1 = E$$
$$(2) \qquad i_1 r_1 - i_2 r_2 = 0.$$

D'où l'on tire

$$i_1 = \frac{Er_2}{r(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$$

$$i_2 = \frac{Er_1}{r(r_1 + r_2) + r_1 r_2}$$

$$i = \frac{E(r_1 + r_2)}{r(r_1 + r_2) + r_1 r_2}.$$

Courant faradique. — Courant produit par un appareil d'induction. Terme d'électricité médicale.

Courant galvanique. — Courant de pile.

Intensité des courants. — Voy. INTENSITÉ.

Effets physiques, physiologiques, chimiques. — Voy. EFFETS et ÉLECTROLYSE.

Action sur les courants et les aimants. — Voy. ÉLECTRODYNAMIQUE et ÉLECTROMAGNÉTISME.

Courants terrestres. — Voy. MAGNÉTISME TERRESTRE.

Courants telluriques. — Une ligne télégraphique dont les deux bouts sont au sol est généralement parcourue par des courants très variables, quelquefois assez intenses pour arrêter le service. Pour une même direction, la force électromotrice est proportionnelle à la distance des points extrêmes. Elle est la même pour deux fils, l'un souterrain, l'autre aérien, ayant mêmes extrémités. Ces courants paraissent être des courants induits; les courants inducteurs auraient leurs sièges dans les parties supérieures de l'atmosphère.

Courants de Foucault. — Voy. INDUCTION.

COURBE MAGNÉTIQUE — *Courbes magnétiques d'un aimant.* Voy. FORCE (LIGNES DE).

Courbes magnétiques du globe. — Voy. MAGNÉTISME TERRESTRE.

COURT-CIRCUIT. — On dit qu'un appareil ou une source d'électricité, placé dans un circuit, est mis en court-circuit, lorsque ses deux extrémités sont réunies par un conducteur de résistance négligeable. C'est ce qui arrive si les deux extrémités de l'appareil viennent à se trouver par hasard en contact.

COUTEAU. — Organe du télégraphe Morse destiné à soulever le papier, lorsque le courant passe, pour l'appuyer contre la molette encrée (Voy. TÉLÉGRAPHE).

COUVEUSE ÉLECTRIQUE. — Les couveuses chauffées par l'électricité ont l'avantage de donner une température parfaitement constante. L'appareil est formé d'un panier (fig. 205) garni à la partie inférieure d'une sorte de matelas, au-dessous duquel s'enroule en spirale un fil fin de maillechort d'une longueur de 8 à 10 mètres, qui s'échauffe sous l'action du courant de la pile *. Une disposition particulière sert à maintenir la température parfaitement constante. Ce régulateur est constitué par un thermomètre T dont la boule communique avec l'un des pôles de la pile; l'autre est relié par l'intermédiaire d'un électro-aimant E à un fil de platine, qui pénètre dans l'instrument jusqu'au point

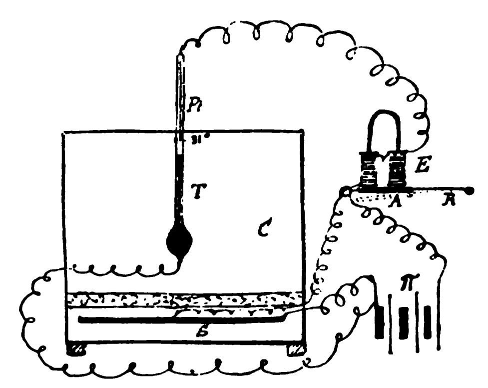


Fig. 205. — Couveuse électrique.

voulu, 31 degrés par exemple. Le premier circuit, qui contient la spirale de maillechort, comprend en outre l'armature de l'électro-aimant. Lorsque la température atteint la limite fixée, le mercure du thermomètre touche le fil de platine et ferme le second circuit; l'électro-aimant attire son armature, et rompt la première dérivation, de sorte que la spirale ne s'échauffe plus. Si la température s'abaisse au dessous de 31 degrés, le mercure descend; l'électro-aimant n'attire plus l'armature, qui reprend sa position première, et la spirale reçoit de nouveau le courant.

CRAMPE TÉLÉGRAPHIQUE. — Affection nerveuse analogue à la crampe des écrivains, et qui empêche de transmettre les dépêches.

CREUSET ÉLECTRIQUE. — Voy. ÉLECTROMÉTALLURGIE.

CRIBLE ÉLECTRIQUE. — Voy. BLUTEUR ÉLECTRIQUE.

CROCODILE. — Contact fixe placé sur une voie de chemin de fer et destiné à arrêter un train qui franchirait par inadvertance un signal d'arrêt. Ce contact peut être relié au pôle positif d'une pile dont le pôle négatif est à la terre. Quand on met le signal à l'arrêt, un commutateur relie le crocodile à la pile. Si un train vient à passer, une brosse métallique fixée à la machine touche le crocodile et par suite lance le courant dans un électro-aimant Hughes, placé sur la machine et relié d'autre part à la terre. La désaimantation de l'électro sous l'influence du courant ouvre la valve d'admission

de la vapeur dans l'éjecteur du frein à vide, et le train s'arrête automatiquement. A l'origine, le même mécanisme faisait manœuvrer un sifflet électro-automoteur (voy. ce mot), placé sur la machine.

CRYPTOTÉLÉGRAPHIE. — Communication télégraphique à l'aide de signaux particuliers, compréhensibles seulement pour l'expéditeur et le destinataire. (Voy. TÉLÉGRAPHIE.)

CUIVRAGE ÉLECTROLYTIQUE. — Opération qui consiste à recouvrir les objets, et notamment la fonte de fer, d'un dépôt de cuivre par les procédés de la galvanoplastie. On cuivre également les objets en zinc et autres avant de les dorer, de les argenter, de les nickeler, ou même de les recouvrir d'un bronzage chimique, ces différents enduits s'appliquant beaucoup mieux sur la couche de cuivre. On appelle *laitonisage* le dépôt galvanique de cuivre jaune.

Nous n'insisterons pas sur le *cuivrage au trempé*, qui n'a aucun rapport avec l'électricité, et qui consiste à tremper l'objet en fer ou en zinc dans une solution de sulfate de cuivre. On n'obtient ainsi qu'un dépôt de cuivre mince et peu adhérent. Aussi ce procédé est-il à peu près abandonné.

Le cuivrage galvanique se fait dans des appareils semblables à ceux de la galvanoplastie. Un grand nombre de formules sont employées pour la composition des bains. Voici une de celles indiquées par M. Roseleur.

Bain à froid ou à chaud pour l'étain, la fonte ou les gros objets de zinc.

Bisulfite de soude..........	300 grammes.
Cyanure de potassium.....	500 —
Acétate de cuivre..........	550 —
Ammoniaque..............	200 —
Eau ordinaire.............	25 litres.

« On fait dissoudre dans 5 litres d'eau l'acétate de cuivre et l'ammoniaque, puis les autres sels dans le reste de l'eau, et l'on mélange les deux dissolutions. Si la décoloration n'était pas complète, on ajouterait un peu de cyanure.

« Les bains au cyanure ont l'inconvénient d'exiger un décapage parfait, souvent difficile à obtenir. Ils sont d'une application défectueuse avec le fer ordinaire, et surtout avec la fonte, qui contiennent des pailles, des trous, des impuretés. La couche de cuivre est alors rugueuse et discontinue; la rouille apparaît aux points découverts et gagne par-dessous avec une grande rapidité. De plus, le cyanure de potassium du commerce renferme souvent des quantités notables de carbonate; de là des irrégularités dans la composition des bains et aussi dans les résultats obtenus. Enfin les cyanures so[nt d'un] prix élevé et exigent un fort courant po[ur être] décomposés, et ils ont le défaut d'êt[re] vénéneux. Aussi un grand nombre de t[ravaux] ont-ils été dirigés vers la recherche des [bains] sans cyanures.

« M. Weil se sert d'un tartrate double [de cui]vre et de potasse, avec un excès de pota[sse et] de soude, qui rend le sel plus soluble e[t aug]mente la conductibilité du bain. En out[re, la] liqueur, étant alcaline, protège le fer d[e toute] attaque qui rendrait impossible l'adhére[nce du] cuivre. » (Bouant, la *Galvanoplastie*).

Voici la composition de ce bain :

Eau.........................	10 litr[es.]
Sulfate de cuivre............	350 gr.
Tartrate double de soude et de potasse....................	1500 gr.
Soude caustique..............	800 gr.

On utilise également un certain n[ombre] d'autres formules.

CUIVRE (POLE). — Nom donné quel[quefois] au pôle positif d'une pile, qui n'est cep[endant] formé d'une lame de cuivre que dans u[n petit] nombre de piles.

CURB-SENDER. — Dans les lignes t[élégra]phiques sous-marines, on produit les [deux] espèces de signaux par des courants d[e sens] contraires; malgré cette précaution, la li[gne ne] se décharge pas complètement, ce qui p[roduit]



Fig. 206. — Cylindre de Faraday.

des difficultés de lecture, surtout après [l'émis]sion de plusieurs courants de même sens.

On facilite la lecture en recourbant

sending) les signaux, c'est-à-dire en faisant suivre chaque courant d'un courant de sens contraire, mais de durée plus courte. Le *curb-sender automatique* de Thomson et Jenkin produit cette inversion automatiquement. Il est analogue au transmetteur automatique de Wheatstone; il perfore une bande de papier sur deux lignes parallèles, chaque ligne correspondant l'une aux courants d'un certain sens, l'autre aux courants de sens contraire. Si les perforations se succèdent dans un ordre et à des distances convenables, chaque courant correspondant à un signal sera suivi d'un courant plus court et de sens contraire.

CUT-OFF ou **CUT-OUT**. — Voy. Coupe-circuit.

CYLINDRE DE FARADAY. — Si l'on introduit un corps électrisé ayant une charge $+m$ dans un cylindre métallique isolé V (fig. 206), celui-ci prend, d'après le théorème de Faraday (Voy. Influence), des charges $-m$ et $+m$ sur ses faces intérieures et extérieures. Si le cylindre V est en communication avec un électromètre de Gaugain ou mieux de Thomson, l'instrument fera connaître, par le nombre des décharges ou par la déviation, la charge du corps électrisé.

D

DAMASQUINURE ÉLECTRIQUE. — La damasquinure est l'art d'incruster dans un dessin gravé en creux sur métal un autre métal d'une couleur différente. Les procédés électrochimiques ont permis de remplacer l'emploi toujours difficile du burin par l'action du courant électrique.

On trace le dessin à la gouache, on recouvre tout le reste de la surface d'un vernis à épargnes (Voy. Électrochimie), et l'on met la pièce comme anode dans un bain d'acide sulfurique très étendu : la gouache, qui est formée d'un sel de plomb, se dissout bientôt, et le métal est ensuite attaqué. Lorsqu'on trouve les traits assez profonds, on porte l'objet en guise de cathode dans un bain faible du métal à déposer, or ou argent; on l'y laisse jusqu'à ce que les creux soient complètement remplis. On enlève alors le vernis et l'on polit à la main, pour enlever toute différence de niveau.

On peut encore opérer d'une manière inverse, épargner le dessin et creuser tout le fond, qu'on recouvre ensuite d'or ou d'argent; le dessin se détache sur ce fond.

DANSE ÉLECTRIQUE. — Mouvements éprouvés par des pantins en moelle de sureau qui sont attirés alternativement par des plateaux chargés d'électricités contraires.

DANSEUSE ÉLECTRIQUE. — Application des lois de l'électrodynamique. La danseuse (fig. 207) est traversée par un fil métallique vertical T, qui se replie ensuite en hélice de manière à former un solénoïde : l'extrémité inférieure de ce fil plonge dans un godet de mercure G. Lorsqu'un courant, entrant par le mercure, traverse le solénoïde, les spires de celui-ci s'attirent l'une l'autre, et la danseuse se soulève. Mais le fil cesse alors de plonger dans le mercure; le



Fig. 207. — Danseuse électrique.

courant est interrompu et la danseuse retombe par son poids. Un aimant cylindrique, introduit en sens convenable dans le solénoïde, augmente l'action et rend le mouvement plus rapide : les rideaux dissimulent le solénoïde et l'aimant.

DÉBIT. — On appelle débit d'une source

d'électricité, par analogie avec ce qui a lieu pour un courant d'eau, le nombre de coulombs qui traverse une section du conducteur interpolaire en un temps donné, par exemple en une seconde.

Pour les machines électrostatiques et les bobines d'induction, le débit peut s'évaluer par le temps nécessaire pour charger un condensateur à un potentiel donné. On peut se servir pour cela de la bouteille de Lane. Dans les machines à frottement, il est proportionnel à la surface frottée ou à la longueur des frottoirs, et, dans des limites assez grandes, à la vitesse de rotation; il est indépendant de la capacité des conducteurs. Dans les machines à induction (machine de Holtz, etc.) le débit est beaucoup plus grand; il est encore proportionnel à la vitesse et indépendant de la capacité des conducteurs.

DÉCHARGE. — Action de ramener à l'état neutre un corps électrisé, en le faisant communiquer avec le sol, ou un condensateur en reliant ensemble ses deux armartures. La décharge d'un condensateur ou d'une bouteille de Leyde (voy. ces mots) peut être lente ou instantanée.

Le conducteur qui sert à la décharge est traversé par un véritable courant. La décharge est toujours accompagnée d'une étincelle. Si la plus grande partie de l'énergie disponible est dépensée dans les conducteurs qui servent à la décharge, celle-ci est dite *conductive;* elle est *disruptive*, si cette énergie est absorbée surtout par l'étincelle.

Décharge conductive. — Dans la décharge conductive, si aucun travail extérieur n'est accompli, toute l'énergie est employée à échauffer le conducteur. Cette énergie est $\frac{1}{2}$ CV² ou $\frac{1}{2}\frac{M^2}{C}$. Si Q est le nombre de calories dégagé et J l'équivalent de la chaleur 4,17, on a

$$JQ = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{M^2}{C}.$$

En prenant un circuit formé de très gros conducteurs, et en y intercalant un seul fil très fin, placé dans un thermomètre de Riess, ce dernier fil absorbe toute la chaleur, et l'on constate qu'il prend une température

$$t = \frac{Q}{pc}.$$

p étant son poids et c sa chaleur spécifique.

Les métaux peuvent être ainsi fondus ou volatilisés. Si le circuit contient un corps mauvais conducteur, la plus grande partie d[…] gie est dépensée sous forme de trava[…] nique pour percer ou briser ce corps.

Décharge disruptive. — La décharge d[…] offre des formes très variées qui peuven[…] dant se diviser en trois espèces : l[…] l'*aigrette*, la *lueur* (voy. ces mots).

En étudiant ces trois formes avec u[…] tournant, on remarque que, malgré le[…] durée, elles sont toujours formées d'u[…] nombre de décharges successives.

DÉCLENCHEMENT ÉLECTRIQUE DE [...] FEU POUR TUBES LANCE-TORPILLES[…] les tubes lance-torpilles du systèm[…] l'électricité est utilisée de la manière s[…]

« On sait que la gargousse de lan[…] d'une forme particulière, est fabriquée […] poudre spéciale. Elle se place dans une […] ménagée sur la face antérieure de la […] dont la disposition est telle que les […] frapper les parois du tube avant d'att[…] torpille.

« De plus, dans le tube lance-torpi[…] tème Canet, les gaz, se distribuant sur […] tour de la torpille, ne viennent pas, con[…] se produit dans la plupart des tubes d[…] ment à la poudre, détériorer et encr[…] mécanisme de lancement de la torpille. […] grâce aux dimensions de la chambre, r[…] la charge en plaçant plusieurs gargou[…] qui est nécessaire quand le tube est ple[…] ou quand on veut une plus grande vit[…] tiale.

« L'inflammation de la charge se […] moyen d'une étoupille obturatrice à pe[…] qui se place dans un logement ména[…] effet au centre de la porte; cette étoupi[…] lève à l'aide d'un extracteur coup-de-p[…]

« Ces détails étant donnés, voici comm[…] lectricité apporte son concours à la mis[…]

« Un verrou, glissant dans une rainu[…] cale de la culasse, porte un marteau […] tourner autour d'un axe monté sur un […] ce marteau est muni d'une queue de[…] grenant avec une crémaillère fixée sur l[…] Quand le verrou remonte, la crémaill[…] sur la queue du chien et abat ce derni[…] percuteur, qui se trouve à ce moment p[…] l'étoupille.

« Le levier de mise de feu qui vient […] le verrou pour le faire remonter est […] par un fort ressort bandé à l'avan[…] détente le maintient en place jusqu'à[…] le déclenchement du système se prod[…] moyen d'un électro-aimant.

« Pour armer le mécanisme de mise de feu, on bande les ressorts au moyen d'un levier s'engageant dans une douille, et on enclenche le linguet de détente. Une goupille de sûreté s'oppose à tout déclenchement accidentel tant qu'on ne veut pas faire le lancement.

« La pile est renfermée dans une boîte en bois munie de poignées; elle contient neuf éléments Leclanché disposés d'une façon particulière.

« Un ferme-circuit permet à l'officier torpilleur de mettre le feu à distance. Une sonnerie à fils indépendants avertit du bon ou du mauvais

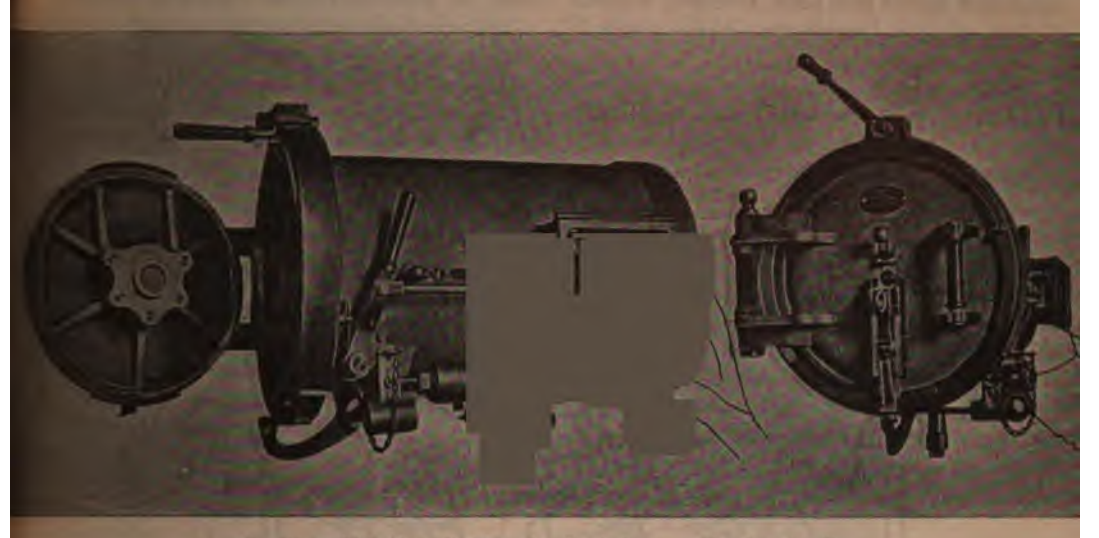


Fig. 208. — Déclencheur électrique de mise de feu pour tubes lance-torpilles.

fonctionnement de la pile. » (*Colonel* GUN, *L'Électricité appliquée à l'art militaire.*)

DÉCLINAISON. — Angle que fait le méridien magnétique avec le méridien astronomique; c'est aussi l'angle que fait une aiguille aimantée, mobile dans un plan horizontal, avec la ligne nord-sud. La déclinaison est dite orientale ou occidentale suivant que le pôle nord de l'aiguille est à l'est ou à l'ouest de la méridienne.

Mesure de la déclinaison. — Pour mesurer la déclinaison, il faut déterminer d'abord le méridien astronomique, puis le méridien magnétique. On se sert pour cela d'une *boussole de déclinaison*, par exemple celle de Brunner.

On rend d'abord le cercle inférieur bien horizontal à l'aide des vis calantes, puis on cherche le méridien astronomique, par l'une des méthodes ordinaires : la plus simple consiste à viser un astre avec la lunette du théodolite, quelque temps avant son passage au méridien; on note exactement, sur le cercle horizontal, l'azimut qui contient la lunette. On vise l'astre de nouveau quelque temps après, et l'on note encore l'azimut de la lunette quand l'astre se trouve à la même hauteur au-dessus de l'horizon, après avoir traversé le méridien, c'est-à-dire quand on le voit au centre du champ, la lunette n'ayant pas été déplacée sur le cercle vertical. Le méridien est le plan bissecteur des deux positions du théodolite.

Quand on a déterminé le méridien géographique, on fait tourner l'appareil sur le cercle gradué horizontal jusqu'à ce que le trait médian de l'une des extrémités de l'aimant fasse son image sur le réticule du microscope. Si l'on a tourné l'appareil d'un angle β à partir du méridien astronomique, la déclinaison est égale à l'angle β.

Il est nécessaire de prendre quelques précautions : il faut lire à chaque observation les deux verniers du cercle horizontal pour remédier aux erreurs de centrage.

De plus, on vise successivement les deux pointes de l'aiguille en faisant passer le microscope au-dessous de la cage, puis on retourne l'aiguille de manière à diriger vers le haut la face qui regardait d'abord vers le bas, et on recommence les lectures, afin d'éviter les effets de la non-coïncidence de la ligne des pôles avec l'axe de symétrie de l'aimant.

Dans les observatoires, on se sert encore, pour mesurer la déclinaison, d'instruments appelés *magnétomètres*, et, en voyage, on peut employer

le *théodolite magnétique* de Lamont (voy. ces mots), qui est facile à transporter.

Variations de la déclinaison. — La déclinaison subit des variations diurnes, séculaires et accidentelles.

En un même lieu, la déclinaison éprouve une oscillation diurne bien nette, avec deux maxima et deux minima; l'amplitude est plus grande le jour que la nuit.

A Paris, la déclinaison, lorsqu'on commença à l'observer, était orientale et allait en décroissant. Elle devint nulle en 1666, puis orientale, et augmenta jusqu'en 1824; elle était alors de 24°. Depuis cette époque, elle diminue et redeviendra nulle vers 2114. Ces changements peuvent être représentés par une rotation uniforme de l'axe magnétique du globe autour de la ligne des pôles, se faisant dans le sens des aiguilles d'une montre, pour un observateur placé au pôle nord, et dans une période d'environ 900 ans.

Les variations accidentelles ou orages magnétiques paraissent en rapport avec les aurores polaires.

Les variations de la déclinaison sont étudiées à l'aide de *magnétomètres enregistreurs* (voy. ce mot).

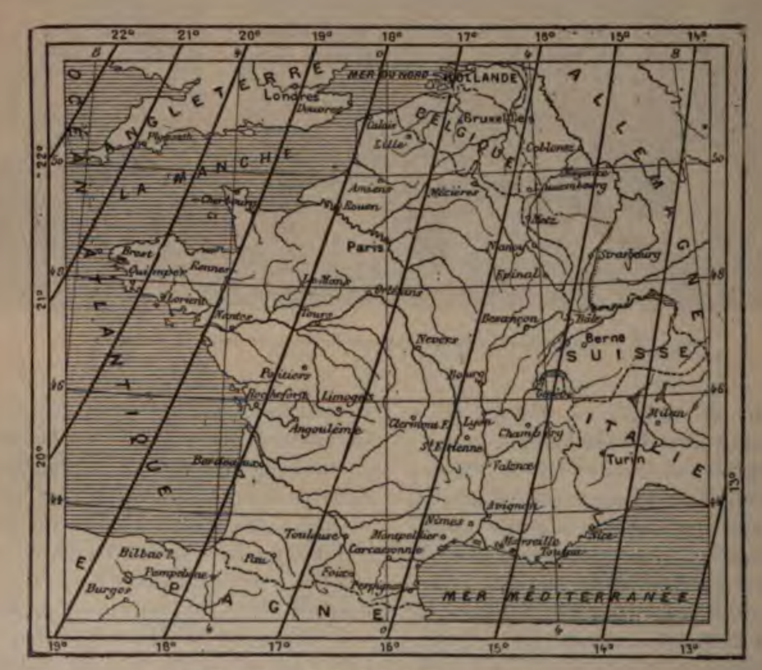


Fig. 209. — Carte de la déclinaison en France.

La figure 209 montre la disposition des lignes d'égale déclinaison en France.

DÉCLINOMÈTRE. — Syn. de MAGNÉTOMÈTRE.

DÉCRÉMENT LOGARITHMIQUE. — Logarithme népérien du rapport de deux amplitudes consécutives d'un système oscillant, qui peut être pris comme mesure de l'amortissement (voy. ce mot).

DENSITÉ D'UN COURANT. — Intensité par unité de surface du conducteur ou nombre d'ampères qui traverse un millimètre carré du conducteur.

Dans le cas des courants alternatifs à courte période, sir W. Thomson a remarqué que la densité du courant, au lieu d'être uniforme dans toute la surface, va en diminuant à partir de la périphérie. Pour des conducteurs de plus d'un centimètre carré, il y a donc avantage à prendre des tubes creux n'ayant pas plus de 3 millimètres d'épaisseur.

DENSITÉ ÉLECTRIQUE. — On nomme densité électrique en un point la charge électrique par unité de surface dans le voisinage de ce point, ou plus exactement, si q est la charge répandue sur une très petite surface S autour de ce point, la limite du rapport $\frac{q}{S}$ lorsque S tend vers zéro.

La densité électrique est généralement varia-

ble à la surface d'un corps électrisé. (Voy. Distribution.)

Densité magnétique. — Elle se définit comme la densité électrique.

DÉPÊCHE TÉLÉGRAPHIQUE. — Synonyme de Télégramme.

DÉPERDITION DE L'ÉLECTRICITÉ. — Un corps électrisé et isolé ne tarde pas à revenir à l'état neutre. On attribue cette *déperdition* de l'électricité à l'action de l'air et à celle des supports.

Déperdition par les supports. — Il n'y a pas de corps qui soit véritablement isolant : tous les supports conduisent donc plus ou moins l'électricité, soit par leur substance même, soit par la petite couche d'humidité dont ils sont ordinairement recouverts.

Coulomb a étudié l'influence des supports à l'aide de la balance de torsion. Il considérait un support comme parfaitement isolant lorsque la déperdition était la même, la boule fixe étant soutenue par plusieurs supports identiques ou par un seul. La gomme laque est un bon isolant quand elle a été conservée dans l'air sec; exposée longtemps à l'air humide, elle devient conductrice.

Déperdition par l'air. — L'action de l'air peut résulter soit d'une conductibilité propre analogue à celle des solides et des liquides; soit d'une sorte de *convection*, les molécules d'air voisines du corps électrisé se chargeant à son contact de la même électricité; elles sont alors repoussées et remplacées par d'autres qui s'électrisent à leur tour.

Coulomb a étudié ce phénomène avec la balance de torsion, en déterminant la diminution de la torsion pendant chaque unité de temps. Il a trouvé que le rapport de la diminution de torsion dans l'unité de temps à la torsion moyenne est constant dans une même série d'expériences. Ce rapport constant s'appelle le *coefficient de déperdition*. Il en résulte que la charge décroît en progression géométrique lorsque le temps augmente en progression arithmétique.

Coulomb a vérifié que, dans l'air sec, et pour les charges peu considérables, le coefficient de déperdition est indépendant des dimensions, de la forme et même de la nature du corps; il est aussi indépendant de la nature de l'électricité; mais il varie avec les conditions atmosphériques.

M. Matteucci a constaté que la déperdition diminue par l'agitation de l'air, qu'elle augmente avec la température e que, pour de fortes charges, elle est plus rapide pour l'électricité négative, etc.

DÉPERDITION MAGNÉTIQUE. — Diminution de la quantité de magnétisme qui se produit sous l'influence du temps dans un aimant aimanté à saturation.

DÉPOLARISATION. — Action de dépolariser une pile, c'est-à-dire de faire disparaître la couche d'hydrogène qui tend à s'accumuler sur le pôle positif, ce qui augmente la résistance et diminue la force électromotrice (voy. Polarisation). On dépolarise une pile : 1° le plus souvent en absorbant l'hydrogène par un corps dépolarisant, c'est-à-dire oxydant (sulfate de cuivre, acide azotique, bichromate de potasse, etc.); 2° en recouvrant le pôle positif de platine pulvérulent et rugueux (pile de Smee); 3° en agitant le liquide par un courant d'air.

DÉPOT GALVANIQUE. — Dépôt métallique effectué sous l'action d'un courant électrique. (Voy. Électrolyse, Galvanoplastie, Électrochimie, Dorure, Argenture, etc.)

DÉRAILLEMENT. — Dérangement d'un appareil télégraphique imprimeur dû à ce que le transmetteur et le récepteur ne sont pas synchrones.

DÉRANGEMENT. — On nomme ainsi toute irrégularité dans les relations d'un poste télégraphique avec les postes correspondants.

Dès qu'un dérangement se produit, il importe de le circonscrire et d'y remédier.

On cherche d'abord si le dérangement provient d'un des appareils du poste ou bien de la ligne. Plusieurs cas peuvent se présenter.

a. Si l'on reçoit des postes correspondants des contacts intermittents, on sait immédiatement qu'il y a un *mélange* (contact) sur la ligne.

b. Si l'on en reçoit un contact permanent, on consulte le galvanomètre. S'il est immobile, le dérangement est dans le poste. S'il donne une déviation constante, on détache le fil de ligne : si le contact cesse, le dérangement est dû à la ligne; s'il persiste, il est dû au poste et produit par un contact de la pile avec un des conducteurs.

c. Si le poste correspondant appelle continuellement, ce qui indique qu'il ne reçoit pas la réponse, le plus souvent le derangement est dans la ligne ou dans l'autre poste.

d. Enfin, si l'on ne peut recevoir aucun signal du poste correspondant, on détache le fil de ligne et l'on ferme le poste par un circuit local, en réunissant ses deux extrémités par un fil métallique. Si le récepteur fonctionne dans ces conditions, le dérangement est dans la

ligne ; s'il ne fonctionne pas, on essaye successivement les divers appareils du poste.

Recherche d'un dérangement dans un poste. — Supposons qu'on ait vérifié que le dérangement est dans le poste. On essaye alors successivement chacun des appareils dont ce poste est composé.

Pour cela, on opère de la manière suivante : Supposons par exemple qu'il s'agisse d'un télégraphe Morse. On réunit par un fil ou un objet métallique quelconque les deux bornes P' et P du manipulateur qui communiquent l'une à la pile, l'autre au récepteur (voy. Télégraphe); le courant de la pile locale passe alors directement dans le récepteur, qui doit être actionné. S'il en est ainsi, la pile et le récepteur sont en bon état.

Pile. — Si cette opération ne réussit pas, on met la pile en communication avec un galvanomètre, pour voir si elle fonctionne; si elle ne donne qu'un courant insuffisant, on essaye les divers couples séparément, et l'on remonte les éléments qui en ont besoin. On vérifie aussi la propreté et le bon état des contacts.

Récepteur. — Si la pile marche bien, le dérangement est dans le récepteur. Il ne peut consister qu'en une rupture du fil, que l'on constate en y faisant passer un courant, ou en un défaut de réglage, auquel on remédie facilement.

Manipulateur. — Après la vérification précédente, on vérifie le bon état du manipulateur en reliant sa borne de ligne à celle du récepteur et transmettant ainsi en local. Si la transmission se fait bien, le manipulateur est en bon état.

Vérification du poste entier. — Enfin on vérifie d'une manière analogue la boussole, le paratonnerre, la sonnerie et tous les appareils du poste. Quand on a fini, il est bon de vérifier le poste entier en supprimant la ligne et reliant directement la borne de ligne à la pile locale. On doit pouvoir alors faire en local toutes les opérations d'une bonne transmission et actionner à volonté le récepteur ou la sonnerie.

Recherche d'un dérangement dans la ligne. — Les dérangements qui se produisent le plus ordinairement sur une ligne sont : un isolement, total par rupture du fil, ou partiel par mauvaise jonction; une perte à la terre, totale ou partielle, selon la manière dont s'est établi ce contact; enfin un mélange ou contact de d fils.

Ces dérangements peuvent être trouvés f lement par une étude attentive de la lig mais on préfère ordinairement les cherc sans sortir du poste, en mesurant la résista de la ligne, et vérifiant si elle présente sa leur normale. Cette mesure se fait par la m thode du pont de Wheatstone, que nous in quons plus loin (voy. ce mot).

Pour cela, on met l'extrémité de la ligne à terre au poste B (fig. 210) et, au poste A, on fi

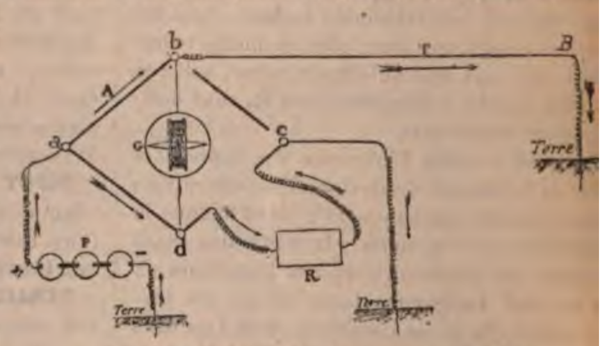


Fig. 210. — Recherche d'un dérangement sur une ligne.

l'autre extrémité à la borne *b* du pont de Whe stone.

La borne *c* est mise à la terre, et *a* relié pôle positif d'une pile, dont l'autre pôle est é lement à la terre; la branche *cd* contient boîte de résistances R. En amenant le galva mètre au zéro, on détermine la résistance fil *f*; connaissant sa longueur, on juge si c résistance présente sa valeur normale.

On détermine ensuite le point de la ligne se trouve le dérangement. Supposons la li formée d'un seul fil (fig. 211), et soit D le dér gement; soit R la résistance de AD, R' celle DB, et *r* celle du dérangement. On isole l'

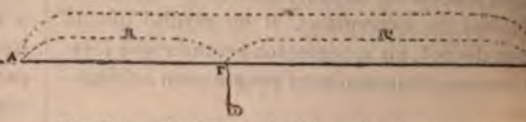


Fig. 211. — Recherche de la distance du dérangement.

des extrémités à la station B, et l'on mesure poste A la résistance du fil R_1, qui se compo de R et de r.

$$R_1 = R + r.$$

On isole ensuite l'extrémité A et l'on mes en B la résistance, qui est

$$R_2 = R' + r.$$

On connaît de plus la résistance totale de la ligne AB, qui est

$$R'' = R + R'.$$

Entre ces trois équations, on peut éliminer r et calculer R et R'; l'une de ces quantités suffit pour donner la distance du dérangement D à l'un des postes A ou B.

Nous avons indiqué seulement les dérangements les plus fréquents; il peut s'en présenter un certain nombre d'autres auxquels on remédie d'une manière analogue.

DÉRIVATEUR. — Appareil servant à empêcher les courants télégraphiques d'être entendus dans le téléphone (téléphonie par les lignes télégraphiques, procédé Van Rysselberghe).

DÉRIVATION. — Lorsque deux points d'un circuit électrique sont reliés par deux ou plusieurs conducteurs, on dit qu'on a établi entre ces points une ou plusieurs *dérivations*. (Voy. COURANT DÉRIVÉ.)

Beaucoup d'appareils, lampes, sonneries, etc., se placent souvent en dérivation.

DÉSAIMANTATION. — Action de désaimanter un aimant, c'est-à-dire de le ramener à l'état neutre.

DÉSAMORÇAGE. — Il peut arriver qu'une machine dynamo, continuant à tourner, cesse tout à coup de produire un courant. Le désamorçage peut être dû à une augmentation de la résistance du circuit, qui devient supérieur à la tangente trigonométrique de la tangente à la caractéristique à l'origine (voy. CARACTÉRISTIQUE); il peut résulter aussi d'une diminution de vitesse de la machine, ce qui change la caractéristique, laquelle peut alors ne plus couper la droite qui représente la résistance.

DÉSENGAGEUR ou COULISSE ÉLECTRIQUE. — Appareil électrique servant à empêcher la manœuvre intempestive des signaux dans les appareils de Tyer et Farmer, pour le Block-system.

DÉSINFECTION ÉLECTROLYTIQUE. — M. E. Hermite a appliqué à la désinfection des vidanges et des eaux d'égout et à la purification des eaux d'alimentation ou des eaux indus-



Fig. 212. — Appareil pour désinfection électrolytique.

trielles une méthode analogue au procédé de blanchiment électrolytique que nous avons décrit plus haut. Cette méthode repose sur la décomposition électrolytique des chlorures de potassium, sodium, calcium, magnésium ou aluminium en présence de l'eau; il se forme, dans ces conditions, d'après l'auteur, au pôle positif des composés oxygénés du chlore, très

instables et doués d'un grand pouvoir d'oxydation et de désinfection ; au pôle négatif, on obtient un oxyde capable de précipiter certaines matières organiques.

On se procure donc ainsi un liquide qui a les propriétés suivantes :

1° De détruire complétement les matières organiques résultant de la putréfaction, et aussi les gaz tels que l'hydrogène sulfuré, le sulfure d'ammonium, les carbures d'hydrogène et aussi les germes ou microbes.

2° De précipiter certaines matières telles que les matières albuminoïdes, etc., et par conséquent de clarifier les eaux.

Ce procédé peut être appliqué de deux manières différentes. On peut mélanger une faible proportion d'un des sels précédents avec le liquide à désinfecter, et faire circuler le mélange dans l'*Électrolyseur* décrit ci-dessous (action directe). On peut au contraire prendre une dissolution d'un chlorure, ou de l'eau de mer, de l'eau provenant des marais salants ou même de certaines usines de produits chimiques, et faire circuler ce liquide dans les électrolyseurs autant de fois qu'il est nécessaire pour lui donner le titre voulu en composés chlorés ; on le mélange ensuite avec le liquide à désinfecter ou on l'emploie pour le lavage des égouts ou des ruisseaux.

La figure 212 représente l'électrolyseur employé par M. Hermite. Il consiste en une cuve de fonte galvanisée, ayant à la partie inférieure un tube perforé d'un grand nombre de trous et muni d'un robinet en zinc par lequel arrive le liquide. Le haut de la cuve est muni d'un rebord formant canal ; le liquide déborde dans ce canal et sort par un tuyau. On a ainsi une circulation continuelle.

Les électrodes négatives sont formées par un certain nombre de disques en zinc montés sur deux arbres qui tournent lentement. Entre chaque paire de disques sont placées les électrodes positives, formées de toile de platine maintenue par un cadre en ébonite. Des couteaux flexibles en ébonite, fixés sur les plaques positives, pressent contre les disques en zinc et détachent immédiatement les dépôts qui pourraient se former. Toutes les électrodes de même nom d'un appareil sont réunies en batterie. Si l'on emploie plusieurs électrolyseurs, on les monte en tension.

Ce procédé convient particulièrement aux villes voisines de la mer ou à celles qui peuvent d'une manière quelconque se procurer à bas prix le chlorure nécessaire.

La *Stanley Electric Company*, de Philadelph[ie] étudie actuellement un procédé différent de [pu]rification des eaux, fondé sur la réduction [des] matières organiques par l'oxyde de fer. L'e[au] est accumulée dans un réservoir, d'où u[ne] pompe l'envoie d'une façon continue dans [un] électrolyseur, contenant des électrodes nég[a]tives en charbon et des anodes en fer. Une p[e]tite quantité d'eau est décomposée ; l'oxygè[ne] qui se porte au pôle positif attaque le fer. L'oxy[de] se détache, réduit les matières organiques, [et] vient flotter à la surface. Il est entraîné par u[n] tuyau de déversement situé à la partie sup[é]rieure. L'eau s'écoule dans un filtre où on [la] laisse séjourner quelque temps, pour permett[re] à la petite quantité d'oxyde restée en suspen[]sion de se déposer. Les résultats paraissent sa[]tisfaisants.

Enfin l'on essaye en Angleterre le procé[dé] Webster, qui fait usage de plaques positives e[n] charbon et d'électrodes négatives en fer, sépa[]rées par une cloison poreuse. On obtient d'apr[ès] l'auteur, au pôle positif une solution de chlor[e] et d'acide hypochloreux, grâce aux chlorure[s] qui se trouvent toujours dans les eaux d'égout[;] au pôle négatif, de l'ammoniaque, de la soud[e] et de la potasse qui, à leur tour, précipitent l[es] sels de chaux et de magnésie, tandis que l[es] premiers composés oxydent et détruisent rap[i]dement les matières organiques.

DÉTERMINANTE. — Intensité maximum q[ui] puisse subir une machine dynamo sans échau[f]fement sensible.

DÉVIATION (Méthode de). — Voy. Méthod[e]

DIAGOMÈTRE. — Sorte d'électroscope im[a]giné par Rousseau, en 1823, pour reconnaît[re] la falsification des huiles d'olive, en s'appuya[nt] sur ce que la propagation de l'électricité, tr[ès] lente dans certains liquides, est notablemen[t] changée par la présence d'une petite quanti[té] d'un autre liquide.

Le diagomètre se compose de deux disque[s] de clinquant verticaux (fig. 213) : l'un L es[t] porté par une tige métallique qui traverse l[e] disque métallique PP et peut recevoir à l'autr[e] extrémité L' un godet G, également en métal[.] L'autre disque est fixé à l'extrémité d'une ai[]guille aimantée très légère M, placée sur un p[i]vot d'acier qui termine une colonne métalliq[ue] placée au centre du plateau PP. Le godet G étan[t] rempli du liquide à essayer, jusqu'à un nivea[u] constant, on tourne l'appareil jusqu'à ce que [le] disque d'épreuve L vienne toucher exacteme[nt] le disque mobile, qui se place de lui-même da[ns] le méridien magnétique, puis on amène au co[]

la surface du liquide une tige métallique et mue par une crémaillère, et l'on fait uniquer cette tige avec l'un des pôles *m* pile sèche dont l'autre pôle *m'* est au sol. t alors d'observer, à l'aide d'un chronole temps que met l'aiguille à atteindre ximum d'écart, à partir du moment où la unication est établie.

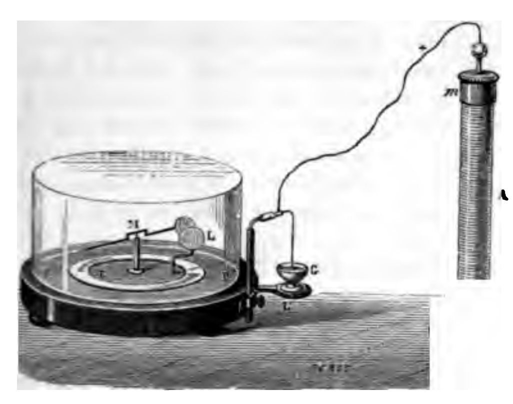


Fig. 213. — Diagomètre de Rousseau.

cercle d'ivoire divisé E, fixé sur le pla'P, permet d'observer les écarts.

sseau a reconnu ainsi que l'huile d'olive le une conductibilité de beaucoup infé à celle de toutes les autres huiles végéu animales, et qu'on peut apprécier facit par ce procédé le degré de pureté des d'olive du commerce.

MAGNÉTIQUE (Corps). — Corps repoussé imant. (Voy. Magnétique.)

MAGNÉTISME. — Propriété que possèertains corps d'être repoussés par les ts. (Voy. Magnétique.)

MAGNÉTOMÈTRE. — Appareil servant à r le diamagnétisme.

PHRAGME. — Cloison poreuse servant à r les liquides d'une pile.

ÉLECTRIQUE. — Syn. de corps isolant ou is conducteur. Faraday leur a donné ce parce que ce sont les seuls dans lesquels ces électriques puissent exister ou se pro-

FÉRENTIEL (Galvanomètre). – Voy. Galtre.

TATION ÉLECTRIQUE DU VERRE. — constaté que le volume intérieur d'une le de Leyde augmente lorsqu'on la charge. rs physiciens ont constaté le même phée.

ENSIONS DES UNITÉS. — Voy. Unités.

EX. — Voy. Télégraphie.

DISJONCTEUR. — Voy. Conjoncteur.

DISPERSION ÉLECTRIQUE. — Syn. de Déperdition.

DISQUE ÉLECTRIQUE. — Lorsqu'un disque d'arrêt est placé à plus de 1500 ou 1800 mètres du poste qui doit le manœuvrer, l'emploi des dispositions mécaniques ordinaires devient difficile, surtout par un grand vent, car l'effort nécessaire peut alors dépasser la résistance des fils de fer de 3 ou 4 millimètres, employés d'ordinaire, et déterminer leur rupture. On a essayé dans ce cas d'avoir recours à l'électricité, notamment sur les chemins de fer d'Autriche, de Suisse, des États-Unis. Les disques électriques sont peu employés en France, parce qu'ils sont plus coûteux et plus délicats que les appareils ordinaires : ils ont été cependant mis à l'essai, notamment par la Compagnie de l'Est.

Système Teirich et Léopolder. — Ce système est l'un des plus employés en Autriche. L'axe vertical I qui porte le disque est commandé par un mécanisme d'horlogerie, qui, dans la position ordinaire, est arrêté en trois points E, F et G (fig. 214). Pour manœuvrer l'appareil, on

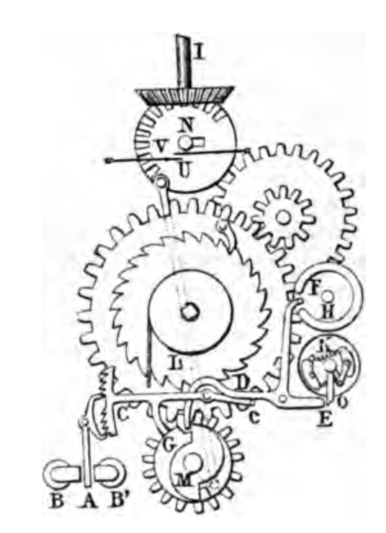


Fig. 214. — Mécanisme du disque Teirich et Léopolder (d'après un dessin communiqué par M. G. Dumont).

se sert d'une petite machine magnéto-électrique, à l'aide de laquelle on envoie dans les bobines BB' une série de courants alternatis. L'armature polarisée A est alors attirée alternati-

vement par ces deux bobines et exécute une série d'oscillations qui dégagent l'ancre d'échappement C. Le levier CC bascule et soulève la pièce D, qui libère le mécanisme en E, F et G. Celui-ci se met à tourner et entraîne, au moyen de la bielle L et des roues d'angle supérieures, l'arbre I, qui fait un quart de tour et met le disque à l'arrêt. En même temps, le doigt N met en contact les deux ressorts U et V, ce qui ferme le circuit de la sonnerie de contrôle.

Les cames de la roue M ramènent ensuite à leur position initiale le levier CC et la pièce D, et arrêtent le mouvement.

Pour rouvrir le disque, on lance de nouveau les courants alternatifs.

L'emploi des courants alternatifs a l'avantage de soustraire les appareils à l'influence des orages, l'échappement C ne pouvant être déclenché que par une série d'oscillations de l'armature A.

Système Schœffler, etc. — Il existe beaucoup d'autres systèmes de disques électriques. La Compagnie de l'Est a expérimenté les disques Schœffler, qui sont mus par un mouvement d'horlogerie analogue à celui des cloches Léopolder, contenu dans une boîte formant le socle de l'appareil, et actionné par un poids.

Quand le disque est ouvert, le courant continu d'une pile Meidinger traverse un électro-aimant, qui attire une armature et arrête le mouvement d'horlogerie. Lorsqu'on interrompt le courant au moyen d'un commutateur placé au poste de manœuvre, l'armature s'incline et laisse échapper le mécanisme, qui entraîne l'arbre du disque et le fait tourner de 90° ; une came vient alors arrêter le mouvement. Si on lance de nouveau le courant dans l'électro-aimant, la disposition est telle qu'on obtient une rotation de sens contraire à la première, et le disque s'efface.

La Compagnie de l'Est a remplacé, depuis le mois d'août 1886, le disque Schœffler, dont les rouages s'usent assez rapidement sous l'influence de la poussière, par le disque de MM. Dumont et Postel-Vinay, dont les organes sont très robustes, et qui est également actionné par le courant continu d'une pile au sulfate de cuivre.

DISRUPTIVE (DÉCHARGE). — Voy. DÉCHARGE et ÉTINCELLE.

DISSIMULÉE (ÉLECTRICITÉ). — Voy. ÉLECTRICITÉ.

DISTANCE EXPLOSIVE. — La distance explosive entre deux conducteurs, ou la longueur maxima de l'étincelle, dépend de la différence de potentiel de ces conducteurs ; elle cr vite que cette différence. En outre, elle un peu avec la forme des conducteurs elle est plus grande avec deux sphères deux plateaux.

Dans l'air, la distance explosive est la pour l'aigrette et pour l'étincelle. Si l'o nue la pression, la distance correspon une certaine différence de potentiel au jusqu'à une certaine limite, et diminue rapidement. Cette limite dépend d'aille la nature du gaz et des dimensions du Enfin, au-dessous d'une certaine press décharge ne passe plus, quelle que soit férence de potentiel. Il semble donc que tricité se transmette par les molécules d lieu isolant.

DISTRIBUTEUR. — Organe du tél Baudot servant à transmettre les combin du manipulateur.

DISTRIBUTION DE L'ÉLECTRICITÉ. — de la distribution de l'électricité dans le électrisés, et aussi de l'action de r l'énergie électrique sur divers points doit être utilisée d'une manière quelconq

I. Distribution de l'électricité dans le électrisés. — *Distribution sur les conducteu trisés.* — L'expérience montre que : *dans ducteur en équilibre, toute l'électricité est surface extérieure.*

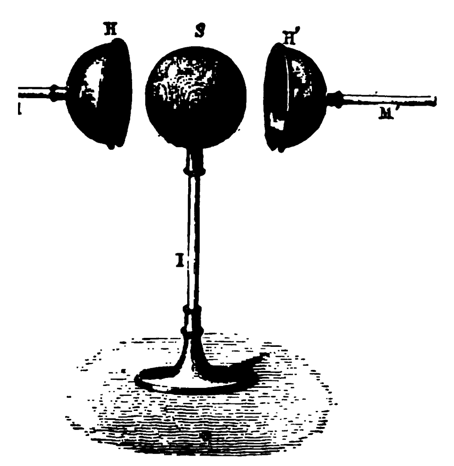
On démontre cette loi par un grand n



Fig. 215. — Sphère et plan d'épreuve.

d'expériences. Ainsi, en touchant succ ment avec un plan d'épreuve les surface rieure et extérieure d'une sphère électr isolée (fig. 215), et portant ensuite le pl preuve, en guise de boule fixe, dans une b

ılomb, on trouve qu'il ne s'est électrisé :ontact de la surface extérieure. De même, recouvre un instant une sphère électrisée



216. — Sphère de Cavendish et hémisphères mobiles.

eux hémisphères isolés (fig. 216) en con- ec elle, elle leur cède toute son électri- n'en garde aucune trace.

Faraday électrisait un cône d'une étoffe légère et conductrice (fig. 217), et montrait à l'aide du plan d'épreuve que toute l'électricité était sur la surface extérieure; puis il retournait rapidement l'étoffe en tirant le fil de soie intérieur et montrait de la même façon que l'électricité avait passé entièrement sur la nouvelle surface extérieure.

La surface du conducteur, au lieu d'être continue, peut même présenter des ouvertures assez grandes ou être constituée par de larges mailles, sans que le théorème précédent cesse d'être vrai. Faraday l'a montré en s'enfermant avec des instruments très sensibles dans une grande cage isolée à parois conductrices. La cage fut chargée avec une machine très puissante, sans qu'on pût constater la moindre trace d'électricité à l'intérieur.

Distribution de la couche superficielle. — La distribution de la couche électrique sur la surface d'un conducteur n'est jamais uniforme, si ce n'est dans dans le cas d'une sphère; pour tout autre conducteur, la densité varie d'un point à un autre. Coulomb a étudié cette distribution à l'aide d'un plan d'épreuve (voy. ce

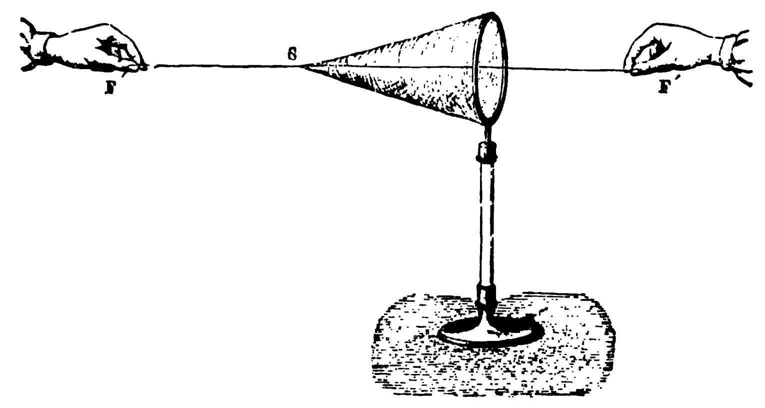


Fig. 217. — Sac de Faraday.

qu'il mettait en contact successivement es divers points de la surface; puis il le t, en guise de boule fixe, dans la balance sion, dont la boule mobile avait une charge nte. La torsion nécessaire pour maintenir ux boules à une distance fixe est évidem- proportionnelle à la charge du plan d'é- e, et par suite à la densité du point touché. ›urrait encore porter le plan d'épreuve e cylindre de Faraday, sans le toucher; ındre communiquant avec un électromètre, iation de cet instrument ferait connaître rge du plan d'épreuve.

Coulomb a constaté que la distribution n'est uniforme que sur la sphère. Sur un ellipsoïde, la couche électrique, si on la regarde comme homogène et d'épaisseur variable, serait limitée par un ellipsoïde semblable au premier et semblablement placé. D'une manière générale, l'électricité se porte surtout aux points où le rayon de courbure est le plus petit, c'est-à-dire sur les parties les plus pointues. Ainsi, sur un disque, la densité, faible et sensiblement uniforme sur toute la partie centrale, augmente rapidement vers les bords. De là résultent les propriétés des pointes.

Distribution dans les corps isolants. — Les résultats qui précèdent ne s'appliquent pas aux diélectriques. Remarquons d'abord qu'on peut déposer une couche électrique sur une partie de la surface sans qu'elle se répande sur le reste : on peut le vérifier facilement avec un gâteau de résine, qu'on touche en un point avec un corps électrisé, et sur lequel on projette une poudre, qui s'attache seulement à la partie électrisée. De plus, l'électricité pénètre à l'intérieur de ces corps : si l'on met un bâton de résine en contact avec une machine de Ramsden, puis qu'on le frotte avec une peau de chat, la couche négative ainsi développée disparaît bientôt et est remplacée par la première couche positive, qui revient à la surface ; on le reconnaît en projetant un mélange de soufre et de minium. (Voy. FIGURES DE LICHTENBERG.)

II. Distribution de l'énergie électrique. — Au lieu de produire l'électricité en chaque point où elle doit être utilisée, il est plus économique de le faire dans une *station centrale*, qui la *distribue* à tous les abonnés, suivant leurs besoins. Cette distribution peut se faire de plusieurs manières.

Le plus souvent, on emploie une *distribution directe :* de la station partent des conducteurs, qui portent le courant aux divers appareils destinés à l'utiliser, et que nous appellerons d'une manière générale les récepteurs ; le tout forme un circuit fermé. Chacun des récepteurs doit recevoir pour fonctionner une certaine quantité d'énergie, représentée par le produit de l'intensité du courant par la différence de potentiel aux bornes du récepteur. L'intensité et la différence de potentiel varient d'ailleurs en général d'un récepteur à un autre, de sorte que le problème est fort compliqué. Pour le simplifier, on s'arrange souvent de manière que tous les appareils qui doivent être excités par un même générateur fonctionnent soit avec la même intensité, soit avec la même différence de potentiel. De là deux procédés relativement simples de distribution.

Distribution en série ou en tension. — Supposons d'abord que tous les récepteurs exigent la même intensité : il suffit alors de les disposer en série, c'est-à-dire à la suite les uns des autres sur un circuit unique aboutissant aux deux pôles de la dynamo. Mais ce système n'est pas sans inconvénients. Si l'un des récepteurs ne fonctionne pas, il semble naturel de le remplacer par une résistance équivalente ; l'intensité reste constante et le fonctionnement des autres récepteurs n'est pas altéré ; mais il en résulte que la dynamo doit toujours marcher à la même vitesse, et par suite absorber le même tra moteur, quel que soit le nombre des appa en service, ce nombre fût-il zéro. Il est que, dans cette disposition, le rendement d'autant plus faible qu'il y a un plus petit n bre de récepteurs fonctionnant, ce qui est demment défavorable au point de vue éco mique.

Les résistances équivalentes aux récept peuvent être disposées près de la machi on les introduit à la main, aucune disposit automatique n'ayant réussi jusqu'à présent. résistances doivent être placées dans le cir même des inducteurs, si la machine est exci en série ou par une excitatrice, en dérivation ce circuit si la machine est elle-même excitée dérivation.

Une autre solution consiste à mettre sim ment en court circuit le récepteur qui n'est en service, en le remplaçant par une résista négligeable, mais faire en même temps déc tre la force électromotrice de la dynamo manière à compenser la diminution de ré tance et à empêcher l'intensité d'augmenter, moins d'une manière sensible.

Cette variation de force électromotrice obtenue de différentes manières, par exem en faisant varier le calage des balais, com dans la machine Thomson-Houston. M. Max emploie une machine à excitatrice, et agit les balais de l'excitatrice. Ces balais sont mon sur une armature mobile, commandée par levier, qu'un ressort écarte d'un électro-aim parcouru par le courant induit. Lorsque le c rant vient à augmenter, l'électro attire le le malgré le ressort, et les balais s'écartent de l position normale, ce qui affaiblit le courant citateur.

M. Marcel Deprez excite la génératrice à la par une dérivation et par une machine e tatrice.

Enfin, M. Cabanellas se servait de plusie machines identiques, tournant à la mê vitesse, et montées en série. Un commutat automatique réglait le nombre des machi en circuit, de manière à maintenir l'intens constante.

Le système de distribution en série a l'av tage d'être très simple et de n'employer des courants peu intenses, et par suite de pas nécessiter de très gros conducteurs ; il donc assez économique, surtout lorsque récepteurs sont éloignés de la station. Il a l convénient de ne pas assurer l'indépenda des récepteurs.

bution en dérivation ou en quantité ou à e de potentiel constante. — Dans ce sys- intensité est variable, mais la différence ntiel aux bornes de la dynamo reste te. De ces bornes partent des circuits bre égal à celui des récepteurs, de sorte cun d'eux ne contient qu'un appareil. rence de potentiel est donc la même x bouts de chaque circuit, mais l'in- peut être différente dans chacun d'eux, leur résistance. Dans la génératrice, ité est égale à la somme des intensités utes les dérivations. Les récepteurs doi- e disposés pour marcher sous la même ce de potentiel, en tenant compte ce- t de la chute qui se produit dans les teurs de chaque circuit.

ce système, les récepteurs sont indé- ts. Si l'on met l'un deux au repos en le ant par une résistance équivalente, rien angé dans les autres circuits; mais il y re les mêmes remarques que pour la tion en série. Si, en arrêtant un récep- coupe le circuit correspondant, il en a une diminution dans l'intensité totale croissement dans celle de chaque déri- L'effet inverse se produira si on met il non en service en court circuit, en le ant par une résistance négligeable. Dans cas, il faut, comme dans la distribution , remédier aux changements produits uppression d'un ou de plusieurs récep- mais de manière à maintenir constante rence de potentiel aux bornes de la ma- On y arrive par des procédés analogues décrits pour la distribution en série.

ison a appliqué le premier la distribution ntité dans l'usine de Pearl Street à New- La dynamo est excitée en dérivation, et rivation contient aussi un rhéostat cir- manœuvré à la main, et qui permet d'in- e jusqu'à 180,000 ohms. Une autre déri- du circuit principal contient un galva- e Thomson et une batterie étalon de ts, disposée de manière que son courant ns le galvanomètre, opposé à celui de mo. L'ouvrier chargé de la manœuvre ostat surveille le galvanomètre : tant ste au zéro, c'est que la différence de el donnée par la machine est exactement s ; dès qu'il est dévié, la graduation de e fait connaître le nombre d'ohms qu'il uter ou retrancher dans le circuit des urs.

la distribution en quantité, il n'est pas indispensable que tous les circuits partent des bornes mêmes de la machine ; en général la division ne commence qu'au voisinage des récepteurs, et le courant total est amené jusqu'en ce point par un conducteur principal, de diamètre convenable. On comprend que, l'intensité dans ce conducteur étant égale à la somme des intensités dans toutes les dérivations, les conducteurs principaux doivent être de fort diamètre, ce qui augmente beaucoup la dépense. En outre, on est forcé de limiter beaucoup leur longueur; sinon leur résistance absorbe une énergie considérable ; dans la pratique, on ne peut guère dépasser un rayon de 500 à 600 mètres autour de l'usine.

Pour diminuer la dépense des conducteurs, M. Edison a proposé un système de distribution à trois fils, que nous décrirons plus loin (voy. Montage des lampes). Il a indiqué en outre une combinaison qui permet d'étendre sans inconvénient la distribution à une plus grande distance.

Distributions diverses. — Il existe bien d'autres modes de distribution, qui sont généralement des modifications du précédent. Nous en donnerons un certain nombre d'exemples à l'article Montage des lampes.

Distributions indirectes. — Dans les distributions indirectes, l'énergie est répartie par l'intermédiaire d'accumulateurs ou de transformateurs.

Un premier procédé consiste à charger à la station centrale des accumulateurs qu'on porte ensuite chez les abonnés. Ce système est peu pratique, à cause du poids des accumulateurs, et d'autant plus coûteux que ces appareils, fréquemment transportés, s'usent très vite. Il ne convient donc qu'à des installations provisoires, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut (voy. Accumulateur).

On peut au contraire obtenir de bons résultats en laissant les accumulateurs à poste fixe ; on les emploie alors de deux manières, qui rentrent toutes deux dans les distributions en quantité. On peut disposer des batteries d'accumulateurs sur le circuit partant de l'usine, de manière à former pour ainsi dire autant de stations secondaires, de chacune desquelles part un circuit contenant un certain nombre de récepteurs. Chacune de ces stations possède deux batteries qui sont alternativement en service : l'une alimente les récepteurs de son circuit, tandis que l'autre se charge par un courant de haute tension venant de l'usine centrale. Cette méthode a l'inconvénient de doubler le nombre

des accumulateurs et de perdre beaucoup d'énergie, toute celle qui est consommée par les récepteurs passant d'abord par les batteries. Le système Edmunds, usité en Angleterre, est fondé sur le principe précédent.

Il est plus avantageux de mettre les récepteurs et les batteries en dérivation sur le circuit principal (fig. 218). Lorsque les récepteurs

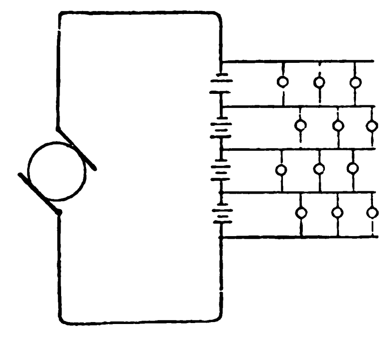


Fig. 218. — Distribution par accumulateurs.

ne consomment que peu d'énergie, une partie du courant de la dynamo traverse les accumulateurs, qui se chargent. Si le nombre des récepteurs en service augmente, les accumulateurs se joignent à la machine pour alimenter le réseau. La machine fournit donc toujours aux récepteurs au moins une partie du courant directement, et la perte d'énergie est plus faible; en outre le nombre d'accumulateurs est plus petit. Ce système a été adopté par M. Crompton, M. Monnier et M. de Khotinsky.

Tout récemment, M. de Montaud, prenant pour base le cahier des charges imposé par la ville de Paris pour la distribution de l'électricité, a étudié la distribution dans un secteur entier, en utilisant les accumulateurs comme *transformateurs distributeurs*. Ce système se rapproche du précédent.

D'après le calcul de M. de Montaud, le système qu'il propose réduirait les frais d'installation de près de 50 p. 100.

Nous signalerons enfin les distributions indirectes par l'intermédiaire de transformateurs secondaires. Les transformateurs (voy. ce mot), placés en divers points du réseau, reçoivent un courant de haute tension, de sorte que la perte d'énergie est faible, et le transforment en courants de basse tension et de grande intensité, susceptibles d'être envoyés avantageusement dans les récepteurs.

DISTRIBUTION DU MAGNÉTISME DANS LES AIMANTS. — Voy. Aimant.

DORURE GALVANIQUE. -- De la Rive parv le premier, en 1840, à dorer le cuivre, le lai et l'argent en décomposant par un courant t faible une dissolution très étendue de chlor d'or; les procédés presque identiques déc verts par Elkington (septembre 1840) et Ruolz (1841) remplacèrent bientôt cette p mière méthode.

La dorure galvanique se fait dans les ap reils ordinaires (voy. Argenture et Galva plastie).

La pièce est d'abord décapée avec soin par procédés ordinaires (voy. Électrochimie) p portée dans le bain.

Les bains sont ordinairement formés par cyanure d'or dissous dans un excès de cyan de potassium. Voici deux formules qui convie nent parfaitement.

Bain Roseleur, pour la dorure à froid d grandes pièces :

Eau distillée..................	10 litres.
Cyanure de potassium pur....	200 gr.
(ou cyanure à 75 %: 300 gr.)	
Or vierge transformé en chlorure neutre................	100 gr.

Bain Roseleur, pour la dorure à chaud des p tites pièces :

Eau distillée..................	10 litres.
Bisulfite de soude............	100 gr.
Cyanure de potassium pur....	10 gr.
Phosphate de soude cristallisé.	600 gr.
Or vierge transformé en chlorure neutre...............	10 gr.

Cette formule convient bien à la dorure pide de l'argent, du cuivre et de ses allia Pour dorer la fonte, le fer, l'acier directeme sans cuivrage préalable, il vaut mieux pre dre :

Eau distillée..................	10 litres.
Bisulfite de soude......... ...	125 gr.
Cyanure de potassium pur....	5 gr.
Phosphate de soude...........	500 gr.
Or vierge transformé en chlorure neutre................	10 gr.

« On peut dorer directement le cuivre et alliages, l'argent, le zinc, le fer, la fonte et l cier. Cependant il est préférable de recouv d'abord l'argent et les autres métaux d'u couche de cuivre.

« Le dépôt se produit à chaud ou à froid. difficulté de chauffer des bains de quelque i portance fait préférer la dorure à froid pour gros objets, tels que pendules et candélab mais la dorure à chaud prend une couleur p vive et, à égale quantité d'or, elle est plus lide.

ait usage d'une anode d'or vierge, sou-
.r des fils de platine. Comme cela se
pour un grand nombre de dépôts, l'a-
peut se dissoudre assez rapidement
retenir la richesse du bain. Il faut ajou-
mps en temps soit de l'oxyde d'or, soit
ure d'or, et même un peu de cyanure
sium. On doit retirer l'anode quand le
'onctionne pas, car elle continuerait à
ıdre.

orure à froid doit se faire aussi lente-
e possible, à l'aide d'un courant faible.
ınt trop fort donne une teinte rouge ou
ɔire; un courant convenable, une do-
ıe.

ıd on opère à chaud, on porte le bain à
pérature comprise entre 50° et 80° C.
d une anode insoluble, en platine, et
nd les objets à un crochet que l'on tient
ı et que l'on agite. La dorure s'effec-
rapidement; elle est suffisante après
ı minutes. Le courant doit être faible.
oie le bain jusqu'à ce qu'il soit épuisé,
'n fait un autre, sans le *remonter*.

orure, surtout celle à chaud, peut pré-
.vec un même bain, plusieurs colora-
férentes dues à des agrégations diffé-
: la couche. Ainsi on modifie la nuance
ıt plonger dans le bain une plus ou
rande quantité de l'anode de pla-
ec une petite surface d'anode, on a
eur pâle; une anode de plus grande
lonne une couleur de plus en plus

ıd la dorure est terminée, on donne à
ıe belle couleur d'or au moyen d'une
appelée or moulu et composée de :

....	30	parties.
te de potasse............	30	--
rouge.....................	30	—
te de zinc...............	8	—
ıarin.....................	1	—
te de fer................	1	—

: pâte est appliquée sur la dorure à
ıne brosse, puis on chauffe l'objet sur
que de fer jusqu'à ce qu'il devienne
noir, et on lave à l'eau froide. On pro-
n au brunissage. » (BOUANT, *La Galva-*
.)

couleur. — En ajoutant aux bains d'or
ions de cuivre ou d'argent, faites dans
proportions, on obtient des colorations
lepuis la nuance rouge de cuivre jus-
einte blanche de l'argent et désignées
noms d'or jaune, or rouge, or vierge,
or rose, or nouveau, or défleuri, or vert, or blanc, etc.

On procède souvent par tâtonnement. Pour les dépôts d'or vert, on place dans un bon bain d'or une anode soluble d'argent pur; on fait passer le courant et l'on attend que le métal déposé au pôle négatif ait la couleur cherchée. On remplace alors la lame d'argent par une plaque d'or vert, et le bain est prêt à être employé.

Pour l'or rouge, on peut opérer de même en prenant d'abord une anode de cuivre pur, et la remplaçant ensuite par une plaque d'or rouge. On peut aussi mélanger en proportions convenables un bain de cuivrage rouge à un bain d'or ordinaire; mais ce procédé est inférieur au premier.

Enfin le dépôt d'or rose exige trois couches successives, obtenues avec des bains de composition différente.

DOSOMÈTRE ÉLECTROLYTIQUE. — Instrument destiné à indiquer l'intensité d'un courant dans les applications médicales.

DOUBLE EXCITATION. — Mode d'excitation d'une machine dont les inducteurs sont munis de deux circuits, dont l'un reçoit le courant de la machine elle-même, l'autre celui d'une excitatrice.

DROMOSCOPE. — Instrument inventé par M. le commandant Fournier, et destiné à corriger les indications de la boussole marine.

DUEL ÉLECTRIQUE. — Application de l'électricité aux jeux de théâtre. Deux adversaires croisent le fer (fig. 219); il sont en rapport avec une pile Trouvé; chaque combattant porte une cuirasse qui forme, avec l'épée, les deux pôles de la pile.

Lorsque les deux épées se rencontrent, il jaillit du fer de chaque adversaire une myriade d'étincelles d'un pittoresque effet, et, quand l'une des lames touche la cuirasse de l'adversaire, une puissante lumière projette des rayons éclatants pendant toute la durée du contact.

DUPLEX. — Mode d'installation permettant à deux postes télégraphiques d'échanger en même temps des dépêches dans les deux sens à l'aide d'un seul fil de ligne. (Voy. TRANSMISSION SIMULTANÉE.)

DUPLICATEUR. — Appareil permettant de doubler un certain nombre de fois la charge primitivement donnée à un plateau métallique par l'influence d'autres plateaux qu'on déplace et qu'on fait communiquer alternativement avec le sol. Bennet, puis Darwin et Nicholson (1787-1788), inventèrent successivement des

duplicateurs. Ces instruments sont fondés sur le même principe que l'électrophore, le *replenisher* de sir W. Thomson et les machines électrostatiques à influence de Holtz, Carré, Wimshurst, etc.

DYNAMIQUE (ÉLECTRICITÉ). — Partie de l'électricité où l'on étudie les effets des cou

DYNAMO. — Abréviation souvent em
pour désigner les machines dynamo-
triques.

DYNAMO-ÉLECTRIQUE (MACHINE). —
chine d'induction dans laquelle le cham



Fig. 219. — Duel électrique.

gnétique est produit par des électro-aimants. (Voy. MACHINES D'INDUCTION.)

DYNAMOGRAPHE ÉLECTRIQUE. — Dynamomètre muni d'un enregistreur électrique qui inscrit ses indications sur une bande de papier se déroulant d'un mouvement uniforme.

DYNAMOMÈTRE. — Appareil servant à mesurer l'intensité d'une force ou le travail d'une machine. Les dynamomètres sont souve
ployés pour mesurer le rendement de
chines d'induction.

DYNE. — Unité C.G.S. de force. C'est l'
sité d'une force constante, capable d'im
à l'unité de masse une accélération de
timètre en une seconde.

E

ÉBONITE. — L'*ébonite* ou *caoutchouc durci* se prépare en ajoutant au caoutchouc une proportion de soufre plus grande que pour le vulcaniser.

On plonge pendant quarante-huit heures du caoutchouc de qualité inférieure dans de l'eau à 50°, on le lamine et on le réduit en pulpe, pendant qu'un courant d'eau entraîne les matières étrangères. La pâte est séchée, puis mélangée intimement avec 50 p. 100 de soufre en canon finement pulvérisé. On réduit en lames d'épaisseur variable et l'on place dans un cylindre en tôle qu'on porte graduellement, par une circulation de vapeur surchauffée, jusqu'
on maintient cette température pendant
huit heures, puis on laisse refroidir.

L'ébonite a une couleur d'un noir p
moins foncé, une dureté et une élasticit
parables à celle de la corne et de la b
elle se laisse travailler au tour et prend u
poli.

Elle est très employée comme isolant
le temps le soufre s'oxyde à l'air; elle
cassante, poreuse, retient les poussi
isole beaucoup moins bien.

ditionnée de matières colorantes, telles que millon ou le sulfure d'antimoine, elle prend n de *vulcanite*.

AUFFEMENT DES CONDUCTEURS. — *les courants.* — Un conducteur traversé courant s'échauffe jusqu'à ce que la chaerdue par rayonnement en chaque se soit égale à la chaleur fournie par le nt. En admettant que la loi de Newton reste le refroidissement, la chaleur perdue conde est $2\pi r l e \theta$, en appelant r le rayon, l sa longueur, e son pouvoir émissif, et ès de sa température sur celle du milieu nt. D'autre part, si ρ est la résistance spé du fil, I l'intensité du courant, et J l'élent mécanique de la chaleur, 4,17, la chaabsorbée est, d'après la loi de Joule, . On a donc

$$2\pi r l e \theta = \frac{\rho l}{J\pi r^2} I^2,$$

$$\theta = \frac{\rho}{2J\pi^2 e r^3} I^2.$$

peut donc calculer facilement l'excès de rature que prendra le fil sous l'action du t.

de Joule. — Joule a trouvé expérimentaque : *L'énergie calorifique dégagée sur un teur dans l'unité de temps est égale au pro carré de l'intensité par la résistance du teur.*

ergie dégagée est donc rI^2 ou eI, dans un cteur de résistance r et traversé par un t d'intensité I, la différence de potentiel xtrémités de ce conducteur étant e. Par e nombre Q de calories dégagé est

$$JQ = rI^2 = eI.$$

ar les décharges. — Un fil traversé par la ge d'une machine s'échauffe. La quan chaleur correspondant à une décharge stante, quel que soit le conducteur qu'elle e. Si celui-ci se compose de deux parties, eur totale se divise proportionnellement istances de ces deux parties. Si M est la é d'électricité et V la différence de po l'énergie dépensée est $\frac{1}{2}$ MV et le nom calories Q est donné par

$$JQ = \frac{1}{2} MV,$$

l'équivalent mécanique 4,17.

L'échauffement θ du fil sera

$$\theta = \frac{Q}{pc} = \frac{Q}{sldc}$$

p étant le poids du fil, c sa chaleur spécifique, d sa densité, l sa longueur, s sa section.

La chaleur dégagée dans les décharges a été mesurée à l'aide du thermomètre de Riess (Voy. ce mot).

ÉCLAIR. — Décharge lumineuse qui se produit entre deux nuages electrisés. Arago (*Notice sur le tonnerre*) a divisé les éclairs en trois classes. Les premiers sont constitués par des traits de feu à bords bien nets, généralement en zigzag, rappelant, aux dimensions près, les décharges de nos machines électriques; ils sont accompagnés d'un bruit qu'on appelle le *tonnerre*. La seconde classe contient des éclairs vagues, des lueurs dues à des éclairs cachés par des nuages ou à des décharges partielles entre les nuages. Ils ne sont accompagnés d'aucun bruit. Tels sont les *éclairs de chaleur*. Enfin la troisième classe comprend les *éclairs en boule*, phénomène assez rare et mal connu. A l'aide de sa batterie secondaire, Planté a obtenu des décharges à haute tension qui rappellent le tonnerre en boule.

La distance d'un éclair à l'observateur peut se calculer facilement en multipliant le temps qui s'écoule entre l'apparition de la lueur et le bruit du tonnerre par la vitesse du son dans l'air : 340 mètres environ. Si l'on mesure en même temps le diamètre apparent de l'éclair, on pourra obtenir sa vraie longueur. On trouve ainsi que les éclairs de la première classe peuvent atteindre 12 à 15 kilomètres de longueur. On peut s'expliquer cette dimension extraordinaire en remarquant que ces éclairs sont dus généralement à une série d'étincelles se produisant à la fois entre un certain nombre de nuages électrisés, comme cela a lieu dans les tubes étincelants. D'ailleurs la raréfaction de l'air à cette hauteur doit augmenter la distance explosive, et l'on sait qu'à partir d'une certaine limite cette distance croît beaucoup plus vite que la différence de potentiel.

L'existence de la foudre globulaire est contestée encore par un grand nombre d'électriciens. G. Planté pense qu'elle est due à des décharges de haute tension, et par suite qu'elle se produit seulement dans les grands orages. Les globes observés seraient formés « d'air raréfié incandescent et des gaz résultant de la décomposition de la vapeur d'eau, également à l'état de raréfaction et d'incandescence. » Il a

pu, en effet, à l'aide de puissantes batteries formées de 800 couples secondaires, reproduire des globules analogues à la surface de l'eau ou même d'une plaque de métal. La figure 220 montre l'aspect de ces expériences. L'électrod sitive était plongée d'avance dans l'eau c lée ; on approchait le fil négatif de la surfa le relevant aussitôt, on observait une fla



Fig. 220. — Expériences de G. Planté sur les éclairs en boule.

jaune, presque sphérique, de 2 centimètres environ de diamètre. Des points lumineux bleus, disposés en cercles concentriques, des rayons de même couleur, apparaissaient à la surface de l'eau et prenaient un mouvement giratoire dans un sens ou dans l'autre. Des anneaux concentriques étaient ordinairement le dernier terme de ces curieuses transformations, que l'auteur compare à un véritable kaléidoscope électrique.

Quelle que soit leur forme, les éclairs paraissent avoir toujours une durée appréciable; mais ce n'est là qu'une illusion d'optique due à la persistance des impressions sur la rétine. Wheatstone a constaté que cette durée est toujours inférieure à un millième de seconde. Il en est de même pour les étincelles des machines et des batteries.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE. — Bien que l'arc voltaïque ait été produit par Davy dès le commencement de ce siècle, c'est seulement depuis un petit nombre d'années que l'éclairage électrique a pris un certain développement. Les appareils servant actuellement à l'éclairage électrique sont les lampes à arc, les bougies et les lampes à incandescence. Le lecteur trouvera aux articles BOUGIE et LAMPE la description de ces divers appareils et aux articles ARC VOLTAÏQUE, INCANDESCENCE, LUMIÈRE, l'explication de ces modes d'éclairage et un certain nombre de généralités.

Inconvénients et avantages de l'éclairage électrique. — Les seuls inconvénients sérieux sont la difficulté de produire la lumière électrique et, dans certains cas, son prix de revient fort élevé. Ils disparaîtront complètement, lorsque nous aurons des usines centrales distribuant l'électricité à domicile comme on le fait pour l'eau et le gaz, et qu'il suffira de presser su bouton ou de tourner un commutateur pou les lampes s'allumer.

La lumière électrique possède de nomb avantages : il en est tout d'abord un qu'o peut nier, c'est l'intensité. Lorqu'on a b de foyers lumineux d'une très grande puiss l'arc voltaïque fournit incontestablemen mode d'éclairage le plus économique. I même bien des cas où aucune source ne p rait le remplacer et donner une intensité grande. De plus l'éclairage électrique est qui, à lumière égale, dégage le moins de leur : il l'emporte de beaucoup à ce poi vue sur l'éclairage au gaz ; c'est là une q précieuse dans un grand nombre d'applicat Ajoutons aussi que les lampes à incandesc grâce au globe qui les entoure, ne consom aucune portion de l'oxygène de l'air amb

Elles ont donc l'avantage inappréciable pas vicier l'atmosphère, même lorsqu'elles en très grand nombre, et de n'y répandre mée ni odeur désagréable, conditions tré portantes au point de vue de l'hygiène, et de ne pas salir les mobiliers et les tent comme le font souvent l'huile ou la bo L'éclairage électrique supprime aussi pr complètement les dangers d'incendie, d'e sion et d'accidents de toute sorte, qui s fréquents avec l'emploi des allumettes, de du pétrole, de l'essence minérale.

Ces précieuses qualités permettent de taller dans une foule de cas où l'on n'o pas recourir au gaz ou aux bougies, et de d'une belle lumière en n'ayant qu'à press bouton.

On a souvent reproché à l'arc voltaïq couleur blafarde. En réalité c'est là un e

de contraste : cette lumière se rapproche
coup plus que les autres de la lumière so-
et altère beaucoup moins les couleurs des
ts. D'ailleurs les lampes à incandescence
ellement employées présentent une teinte
jaune et parfaitement agréable à l'œil.

s avantages que nous venons d'énumérer
assez sérieux pour compenser dans bien des
l'augmentation des dépenses. Ainsi que le
it, en 1886, M. Preece, dans une conférence
à la Société des Arts de Londres : « Si nous
ons en regard de ce supplément de dépense
leur d'une lumière fixe, de la pureté de
, de la suppression de la chaleur, des allu-
es, de la bougie et de l'huile, le bien-être
gens, la conservation des peintures, des
fs de décoration et des livres, la propreté,
iété, la santé, la prolongation de l'existence,
a pas à chercher de quel côté doit pencher
lance. »

x de revient de l'éclairage électrique. — Le
de revient de l'éclairage électrique varie
mément d'une installation à l'autre; nous
ouvons donner ici que quelques renseigne-
s généraux.

ec les piles, la dépense est très grande. Il
st encore de même lorsqu'on installe un
ur et une dynamo pour alimenter un très
nombre de lampes. Mais plus le nombre
oyers est considérable, plus il y a d'avan-
et les grandes installations de lumière
rique sont beaucoup plus économiques que
loi du gaz. On retrouve encore la même
omie dans les usines où l'on dispose d'a-
d'un moteur hydraulique ou à vapeur;
coûte alors presque rien de prendre sur
e de transmission quelques chevaux pour
rage. Il est évident que tout le monde
a des mêmes avantages le jour où la dis-
tion de l'électricité à domicile sera réalisée.

us citerons encore les chiffres donnés par
cker, à la suite d'une étude sérieuse sur les
nses de toute nature occasionnées par l'é-
ge électrique; voici le prix par heure, tous
payés, d'un éclairage de 16 bougies fourni
ne lampe à incandescence.

c un moteur hydraulique :

00	heures d'éclairage	par an....	$0^{fr},016$

c un moteur à vapeur déjà installé :

00	heures d'éclairage	par an....	$0^{fr},051$
00	—	—	0 ,035
00	—	—	0 ,023

c un moteur à vapeur installé exprès :

500	heures d'éclairage	par an....	$0^{fr},111$
1200	—	—	0 ,064
3000	—	—	0 ,037

Avec un moteur à gaz :

500	heures d'éclairage	par an....	$0^{fr},128$
1200	—	—	0 ,091
3000	—	—	0 ,051

Nous devons faire remarquer que ces prix sont établis pour une installation de 150 lampes et qu'ils devraient être réduits de 30 p. 100 pour une installation qui dépassserait 500 lampes.

Dans une conférence faite le 15 octobre 1889, au palais du Trocadéro, M. Hippolyte Fontaine, président du syndicat international des électriciens, a donné les renseignements suivants. A Paris, la puissance d'un cheval-vapeur coûte environ 0 fr. 40 par heure avec une machine à vapeur pour les petites installations. Cette puissance pouvant alimenter 8 lampes de 16 bougies, on trouve, en doublant cette somme pour l'entretien et l'amortissement, que la lampe de 16 bougies coûte environ 0 fr. 10 par heure. Avec un moteur à gaz, il faudrait doubler ce prix. D'autre part, les dépenses de premier établissement sont en général d'environ 100 fr par lampe, dont moitié pour l'usine proprement dite et moitié pour la canalisation et les accessoires. Ces prix peuvent descendre à 80 fr. pour l'installation et 0 fr. 03 ou 0 fr. 02 pour la dépense horaire. Avec les lampes à arc, la dépense est encore plus faible.

A Paris, le prix de revient de l'éclairage au gaz serait un peu plus élevé : une lumière de 16 bougies exige 200 litres de gaz à l'heure et coûte 0 fr. 06.

Cependant, d'après M. Fontaine, l'éclairage au gaz serait généralement un peu moins cher. « Les compagnies gazières, établies depuis de longues années dans toutes les grandes cités françaises, ont amorti tout ou presque tout leur matériel, de sorte que le gaz ne leur revient guère qu'à quelques centimes le mètre cube; on prétend même que, dans quelques localités, il ne coûte absolument rien. Dans ces conditions, les électriciens qui veulent faire la concurrence à égalité de prix courent à un échec certain, car, dès qu'ils sont installés, avant même qu'ils aient des abonnés, les sociétés gazières baissent notablement le prix du gaz.

« La lumière électrique, dans les habitations privées, est une lumière de luxe, extrêmement commode à employer, très hygiénique, offrant au consommateur des avantages de premier

ordre moyennant un léger supplément de prix; voilà le vrai terrain où doit se placer la nouvelle industrie si elle veut se développer et prospérer. »

Éclairage électrique des appartements et des maisons particulières. — L'éclairage des appartements et des petites installations est celui qui présente actuellement le plus de difficultés.

La seule solution pratique dans ce cas est la création de *stations centrales* fournissant l'électricité à domicile, comme on nous fournit aujourd'hui l'eau et le gaz. Ce système, assez répandu en Amérique, l'est encore bien peu en France. Nous en donnerons cependant plus loin quelques exemples. Mais, dans la plupart des cas, on est réduit à produire soi-même l'électricité. Examinons donc quelles sont les sources qui conviennent le mieux.

Les piles ne fournissent qu'une solution assez défectueuse, car elles présentent toujours quelque inconvénient. Celles du genre Leclanché, qui ont l'immense avantage de ne pas s'user à circuit ouvert, ont le défaut de se polariser très vite; elles ne peuvent donc servir qu'à un éclairage de quelques minutes, par exemple pendant le temps nécessaire pour se procurer de la lumière, chercher un livre, etc.; mais au bout d'un quart d'heure elles se polarisent sensiblement, et la lampe faiblit; elles ne conviennent donc qu'à un éclairage tout à fait intermittent.

Les piles au bichromate peuvent donner pendant quelques heures un débit abondant et à peu près constant : elles peuvent donc servir à alimenter quelques lampes pendant toute la soirée; mais la nécessité de les recharger chaque jour et l'ennui de manipuler les acides les rendent peu commodes.

Quant aux piles de Daniell et aux piles à écoulement, qui s'usent à circuit ouvert, le seul moyen de s'en servir avec économie, c'est de les employer, en dehors des heures d'éclairage, à charger des accumulateurs, dont le courant s'ajoutera ensuite à celui de la pile pour actionner les lampes. Ce système mixte est du reste le meilleur pour une installation domestique : si l'on veut se servir des lampes pendant quatre heures chaque jour, on emploie la pile, pendant les vingt heures qui restent, à charger les accumulateurs, et l'on utilise à la fois, pendant les quatre heures de service, le courant de la pile et l'énergie qu'on a emmagasinée dans les accumulateurs. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que cette disposition diminue sensiblement le nombre des éléments de pile nécessaires et qu'il n'y a aucune perte; en outre, de tourner un commutateur pour avo lumière, sans qu'on ait besoin d'aller n pile en marche à ce moment. Les ac teurs, n'étant jamais déplacés, ne subis de chocs et s'usent très lentement. C'e nous le répétons, l'emploi simultané d et des accumulateurs qui peut fournir ment la meilleure solution pour l'emp petit nombre de lampes à incandescen heureusement ces installations, qui être réalisées facilement, ont le défau fort coûteuses.

M. Salomon a imaginé une disposition sante dans le but d'obtenir un éclairage avec des piles Leclanché. On emploie s de piles qui fonctionnent à tour de rôle trente secondes chacune et restent inactives pendant cent cinquante seco qui leur donne le temps de se dépolar mécanisme d'horlogerie produit toutes l secondes un déclenchement qui fait tou axe d'un sixième de tour et change les nications d'une manière convenable.

Lorsqu'on veut installer un grand no lampes pour éclairer un vaste local, l ne peuvent plus convenir; leur emploi coûteux; c'est aux machines magnéto namo-électriques qu'il faut s'adresse dans ce cas encore, il y a avantage à s d'accumulateurs qu'on charge pendant née et qu'on décharge le soir dans les soit seuls, soit en y joignant le coura de la machine, si c'est nécessaire. Cett sition mixte offre encore un autre av en effet, si l'on emploie une machine faut faire marcher le moteur pendant durée de l'éclairage, que l'on allume t lampes ou seulement un petit nombre se sert d'accumulateurs, il est facile de chaque jour la charge qu'on a dépensée l d'après le nombre des lampes qui ont mées et la durée de l'éclairage, puis marcher la machine pendant le temp saire pour rendre aux accumulateurs un un peu supérieure à celle qu'ils ont afin de compenser les pertes et les erre sibles de calcul. L'emploi des accum permet encore souvent (Voy. Accum de remplacer la machine à vapeur pa teur à gaz, qui est beaucoup plus com souvent plus économique, si l'on n'a p d'une grande force. Enfin, lorsque l'on simultanément la machine et les a teurs pour alimenter les lampes, ceux-

en quelque sorte le rôle de volant électrique, et empêchent les variations d'intensité lumineuse qui résulteraient de la marche irrégulière de la machine, du défaut de la transmission, des variations du travail résistant.

Enfin, les accumulateurs peuvent être employés comme source d'électricité dans quelques cas, d'ailleurs très restreints. Nous en avons donné des exemples (Voy. ACCUMULATEUR).

Quant aux lampes qui conviennent à l'éclairage privé, ce sont le plus souvent les lampes à incandescence, car ce sont celles qui se prêtent le mieux à la division de la lumière. Nous avons indiqué au mot APPAREILLAGE diverses dispositions destinées à l'éclairage des appartements.

Ajoutons enfin que l'on construit, pour l'éclairage des appartements, des lampes portatives (Voy. ce mot), qui ne paraissent pas donner jusqu'ici des résultats satisfaisants.

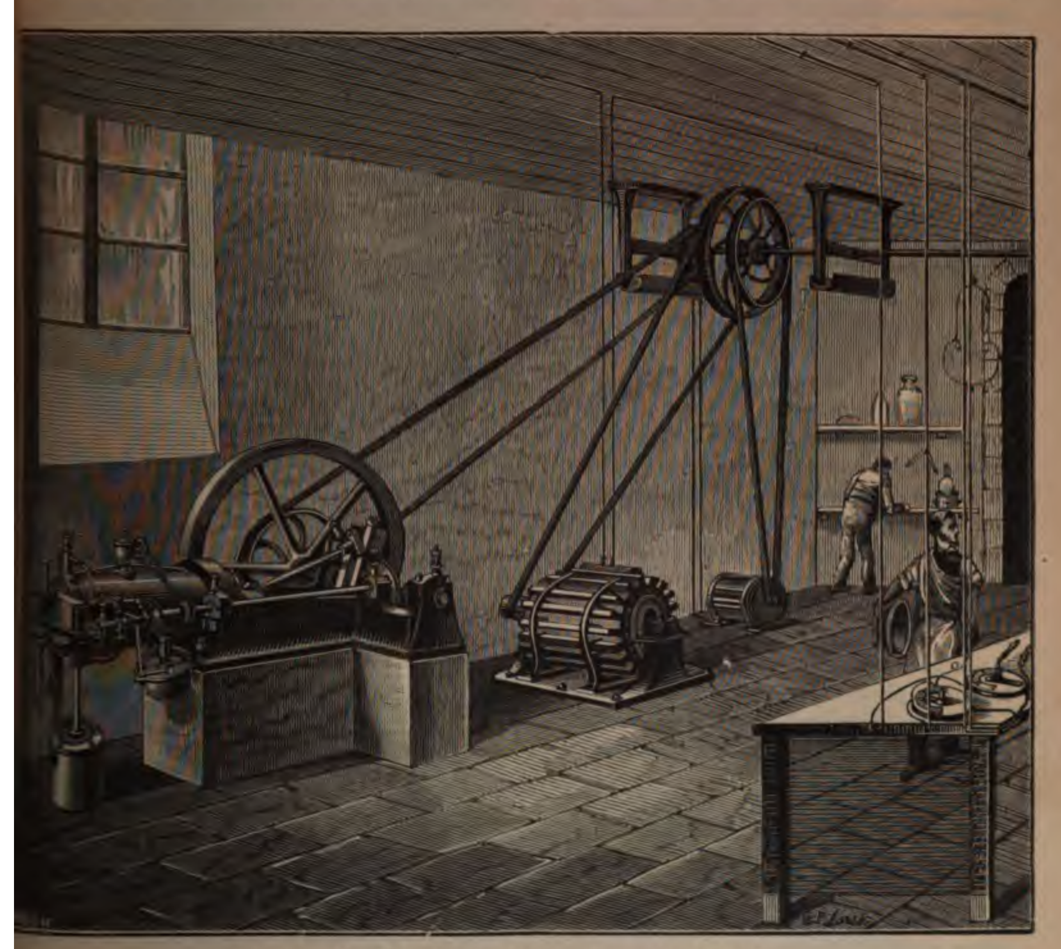


Fig 221. — Installation électrique du laboratoire municipal de Paris.

Malheureusement, ces installations privées sont encore actuellement fort coûteuses, ce qui en a, jusqu'à présent, réduit considérablement le nombre. Pour renseigner plus complètement le lecteur, nous citerons encore quelques chiffres. Un savant électricien anglais, M. Preece, a réalisé dans sa maison vers 1884 une installation très réussie, et qu'il a cherché à rendre aussi complète que possible. Cette installation comprend plus de 50 lampes, desservies par une petite machine Gramme et par 17 accumulateurs au plomb, et fonctionnant d'ordinaire environ par 12. La dépense totale a été d'environ 10,000 francs, ce qui fait plus de 800 francs par lampe en activité.

M. Gramme dépense environ 1,200 francs par an pour une installation comprenant à peu près 8 lampes allumées à la fois. L'entretien et le remplacement des accumula-

teurs causent plus de la moitié de la dépense.

Éclairage des laboratoires. — L'éclairage électrique convient admirablement aux laboratoires, pour lesquels la dépense (malheureusement cette condition est trop rarement réalisée), ne devrait être qu'une question secondaire.

Nous citerons comme exemple la disposition adoptée au laboratoire municipal de Paris, et qui est représentée par la fig. 221. Un moteur à gaz, système Otto, de la force de 4 chevaux, actionne une machine magnéto-électrique de Meritens et une petite machine dynamo du même constructeur; cette dernière est munie de deux anneaux de rechange, l'un pour la lumière, l'autre pour la galvanoplastie et les applications analogues. La grande machine peut alimenter trois foyers Jablochkoff; elle peut se grouper en quantité ou en tension, suivant qu'on veut actionner des bougies ou des lampes à incandescence. De chaque machine partent deux fils qui aboutissent à deux distributeurs placés sur la table de droite et qui permettent de travailler sur cette table ou d'envoyer le courant dans les autres salles. Sur les pieds de cette table est fixé un rhéostat formé d'un fil de fer étamé de 180 mètres de longueur, qui permet de faire varier la résistance du circuit; pour cela l'un des pôles est en communication permanente avec l'une des extrémités du fil de fer étamé, tandis que l'autre pôle peut s'accrocher à volonté à l'un des clous placés plus ou moins haut, afin d'intercaler dans le circuit une longueur plus ou moins grande de fil étamé.

Les salles de travail sont éclairées par des bougies Jablochkoff placées sur le circuit de la machine magnéto-électrique, qui est à courants alternatifs, les bureaux par des lampes à incandescence montées en dérivation. Ces dernières sont assez résistantes et exigent par suite une notable différence de potentiel entre les deux pôles : on a donc dû intercaler entre les bornes une résistance supplémentaire, qui s'obtient au moyen d'un rhéostat à baguettes de charbon. On peut intercaler à volonté autant de baguettes qu'on le désire et faire varier l'éclat des lampes du rouge sombre au blanc éblouissant. Des bornes sont disposées sur le circuit partout où l'électricité peut être nécessaire et reliées par des ponts en cuivre : en attachant des fils aux deux bornes qui terminent un pont, on peut prendre le courant total, si on supprime ce pont, ou seulement une dérivation, si on le laisse ou qu'on le remplace par une résistance. Dans tous les points où les conducteurs passent sur du bois ou sur d'autres matières facilement com-

bustibles, ils sont entourés d'un tu
lique qui écarte tout danger d'incend
cas où l'enveloppe de gutta-percha v
fondre ou à s'enflammer.

Outre l'éclairage général du laborat
tricité peut encore alimenter utilemen
appareils destinés à faciliter les r
scientifiques. Nous avons déjà décrit
cope, qui sert aux projections, et nou
rons plus loin le *photophore*, destiné
rage du microscope. Nous signalero
appareil imaginé par M. Trouvé et qui
à éclairer les objets animés ou inanim
en suspension dans un liquide. Il s
d'un réflecteur parabolique, argenté
rieur (fig. 222), et portant à son foyer



Fig. 222. — Appareil pour l'éclairage des l

à incandescence que deux conducte
fermés dans un câble souple, metten
munication avec une pile. Le réflecteu
au-dessus d'un vase cylindrique don
est formé par un miroir plan de verr
Si la pile fonctionne, on comprend f
que les rayons lumineux sont renvo
calement d'un miroir à l'autre, et écla
faitement le liquide qui remplit le v
corps solides de toute nature qui p

…erver [en suspension. On peut [ainsi étudier …ns leurs moindres détails les animaux les …es délicats et suivre avec facilité tous] leurs …ouvements. Les animalcules transparents qui flottent à la surface de la mer, les algues les plus ténues, se prêtent merveilleusement à ces observations. Il en est encore de même pour les phénomènes de la physique et de la chimie : on

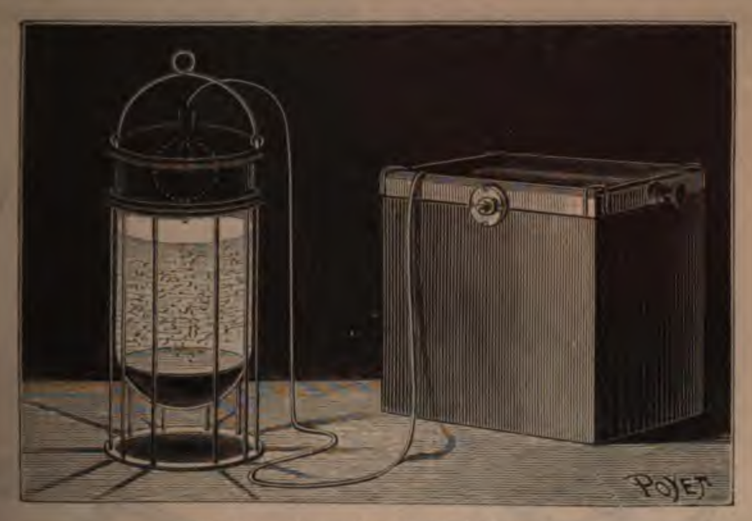


Fig. 223. — Appareil pour l'étude des ferments.

…ent un effet saisissant en versant dans une …nne d'eau bien pure quelques gouttes de …rescéine qui s'y mélange peu à peu en figu…t des arborescences étranges et d'un coloris indescriptible, ou bien en ajoutant dans un liquide une trace d'un réactif qui donne naissance à une foule de cristaux microscopiques.

Dans d'autres cas, l'appareil précédent doit

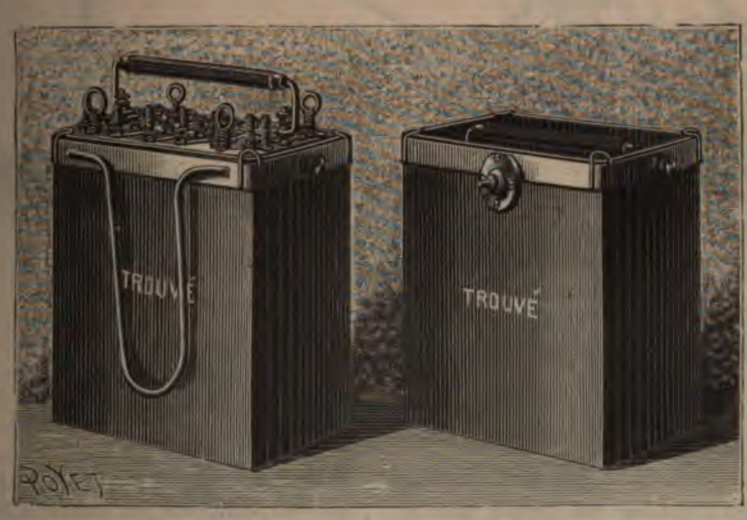


Fig. 224. — Batterie automatique au repos et en fonction.

… un peu modifié. Ainsi, pour l'étude des …mentations (fig. 223), le réflecteur est vissé …s une garniture métallique mastiquée au …d du vase, afin de garantir les préparations du contact de l'air; des tiges métalliques préservent le cylindre des chocs.

Pour alimenter la lampe à incandescence, on peut se servir, comme l'indique l'auteur, de la

batterie automatique (fig. 224) au bichromate de potasse. Quand on la suspend par la poignée supérieure, les éléments sont hors du liquide, et la pile ne fonctionne pas; lorsqu'on la pose sur une table, la pesanteur fait enfoncer le couvercle, et les éléments plongent dans le liquide.

M. Van Heurck d'Anvers a étudié d'une manière spéciale l'application de l'éclairage électrique à la micrographie et à la microphotographie. Il recommande pour la micrographie des lampes Stearn (fig. 225) d'un modèle spécial, ayant environ 3 centimètres de diamètre et n'exigeant

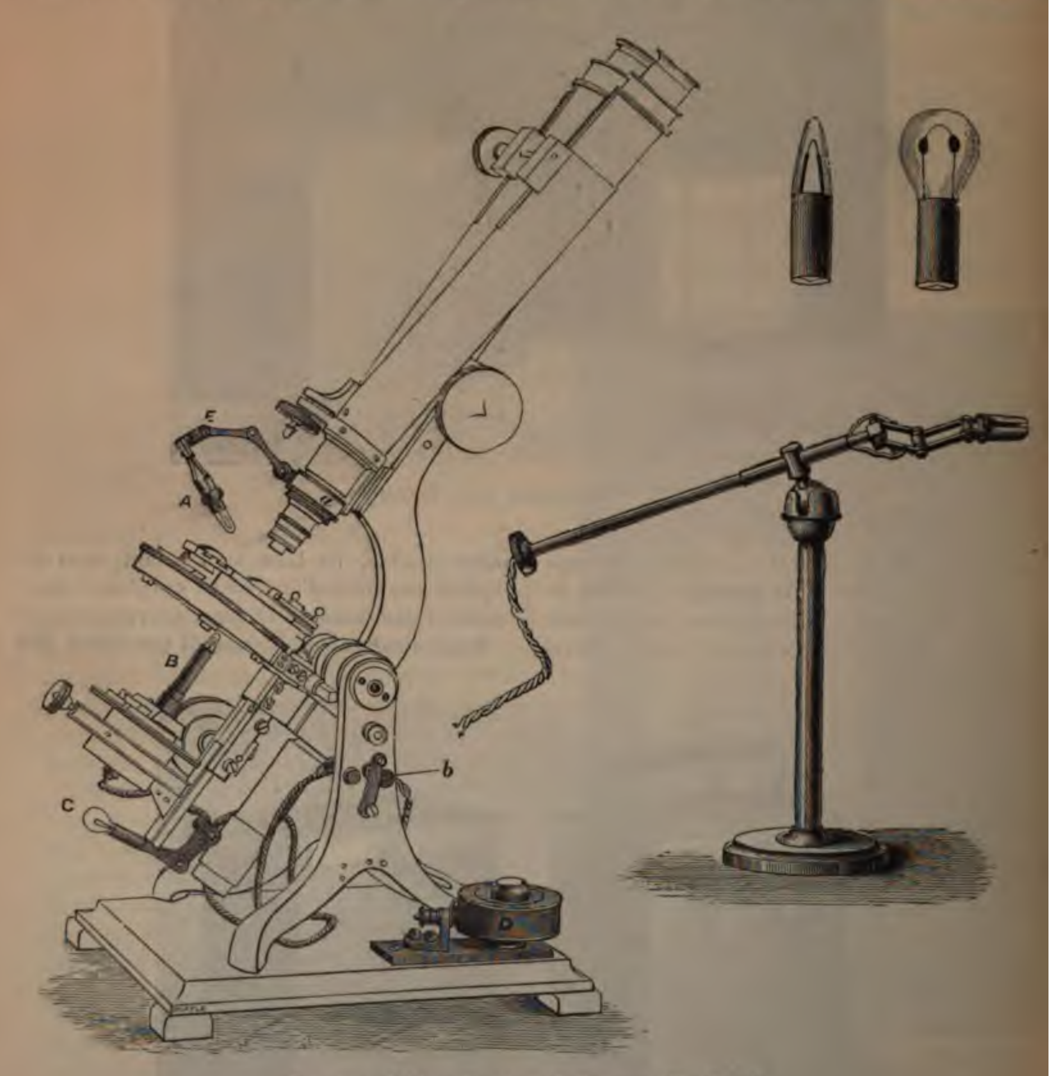


Fig. 225. — Éclairage électrique du microscope (Van Heurck).

qu'une différence de potentiel de 6 à 7 volts. On peut même employer des lampes plus petites n'exigeant que 3, 5 volts. La figure représente ces lampes Stearn, un pied porte-lampe articulé, et un microscope disposé par MM. Mawson et Swan. Une première lampe Stearn A, placée au-dessus de la platine, sert à éclairer les corps opaques. La lampe B sert à l'éclairage oblique. La lampe C, plus puissante que les premières, est fixée à la place du miroir pour photographier les préparations ou les éclairer vivement pour les forts grossissements. La bobine D sert de rhéostat, et un commutateur permet d'envoyer le courant à volonté dans chacune des trois lampes. Ce système d'éclairage peut d'ailleurs s'adapter à un microscope quelconque.

Éclairage des magasins. — La lumière électrique a été adoptée par la plupart des grands magasins de nouveautés. Outre qu'elle conserve aux couleurs leurs nuances les plus délicates, elle a le grand avantage de supprimer presque complètement les risques d'incendie. Nous citerons d'après Hippolyte Fontaine (*Éclairage à l'Electricité*) les dispositions adoptées par ces magasins.

Les magasins du Louvre ont reçu les premiers l'éclairage électrique en 1878; les bougies Jablochkoff y sont employées presque exclusivement; leur nombre est actuellement supérieur à 200 : elles sont portées par des chandeliers Clariot. La force motrice, qui est d'environ 250 chevaux, est fournie par des machines à vapeur, installées dans les sous-sols, et qui actionnent une série de machines Gramme et Méritens. Depuis cette époque, on a installé en outre un petit nombre de lampes à incandescence, alimentées par une dynamo Édison, pour l'éclairage des bureaux. Dans cette installation, le prix d'une bougie Jablochkoff est, tous frais compris, de $0^{fr},40$ par heure, et celui d'une lampe Édison de 16 bougies est de $0^{fr},05$, ce qui donne sur le prix du gaz employé auparavant une économie de plus de 30 p. 100.

Les magasins du Printemps, reconstruits en 1882, ont aussi adopté presque complètement la bougie Jablochkoff. Ils comprennent 255 bougies et 255 lampes à incandescence. Les frais de premier établissement, très élevés à cause de l'appareillage luxeux et de la nécessité d'établir des fondations extrêmement coûteuses, ont atteint la somme de 684,000 francs, ce qui fait environ 2,280 francs par bougie. Le prix du matériel électrique a été d'environ 600 francs par bougie.

L'installation des magasins du Gagne-Petit ne contient pas de bougies; elle se compose de 400 lampes à incandescence Édison et 10 régulateurs Cance, alimentés par 4 dynamos Édison. La force motrice est fournie par une machine Boudier de 100 chevaux et 2 chaudières multitubulaires Collet. Ces magasins étaient éclairés auparavant, afin d'éviter les dangers du gaz, par de fortes lampes à huile.

Les magasins du Bon-Marché possèdent une installation considérable, produisant une intensité totale de 19 188 carcels, et composée de 290 régulateurs Cance, 96 bougies Jablochkoff et 1 808 lampes à incandescence, auxquels on ajoute les jours de fête ou d'exposition 4 régulateurs Gramme de 500 carcels chacun.

Ces lampes sont alimentées par 41 dynamos Édison et Gramme, dont 8 à courants alternatifs pour les bougies, représentant une puissance électrique d'environ 900 000 watts ou 1 200 chevaux. Parmi ces machines, la série la plus importante est formée de 24 dynamos Gramme du type supérieur, divisées en quatre groupes de 6, actionnés chacun par une machine à vapeur horizontale de 200 chevaux. Trois de ces groupes sont en service normal; le quatrième sert de rechange ou de secours.

Vingt tableaux de distribution servent à envoyer le courant dans les brûleurs. Toutes les manœuvres relatives à l'allumage et à l'extinction se font de la machinerie même, à laquelle on transmet par téléphone, de tous les étages, les ordres nécessaires. De cette manière, aucun appareil n'est à la portée du public ou du personnel étranger au service de l'éclairage.

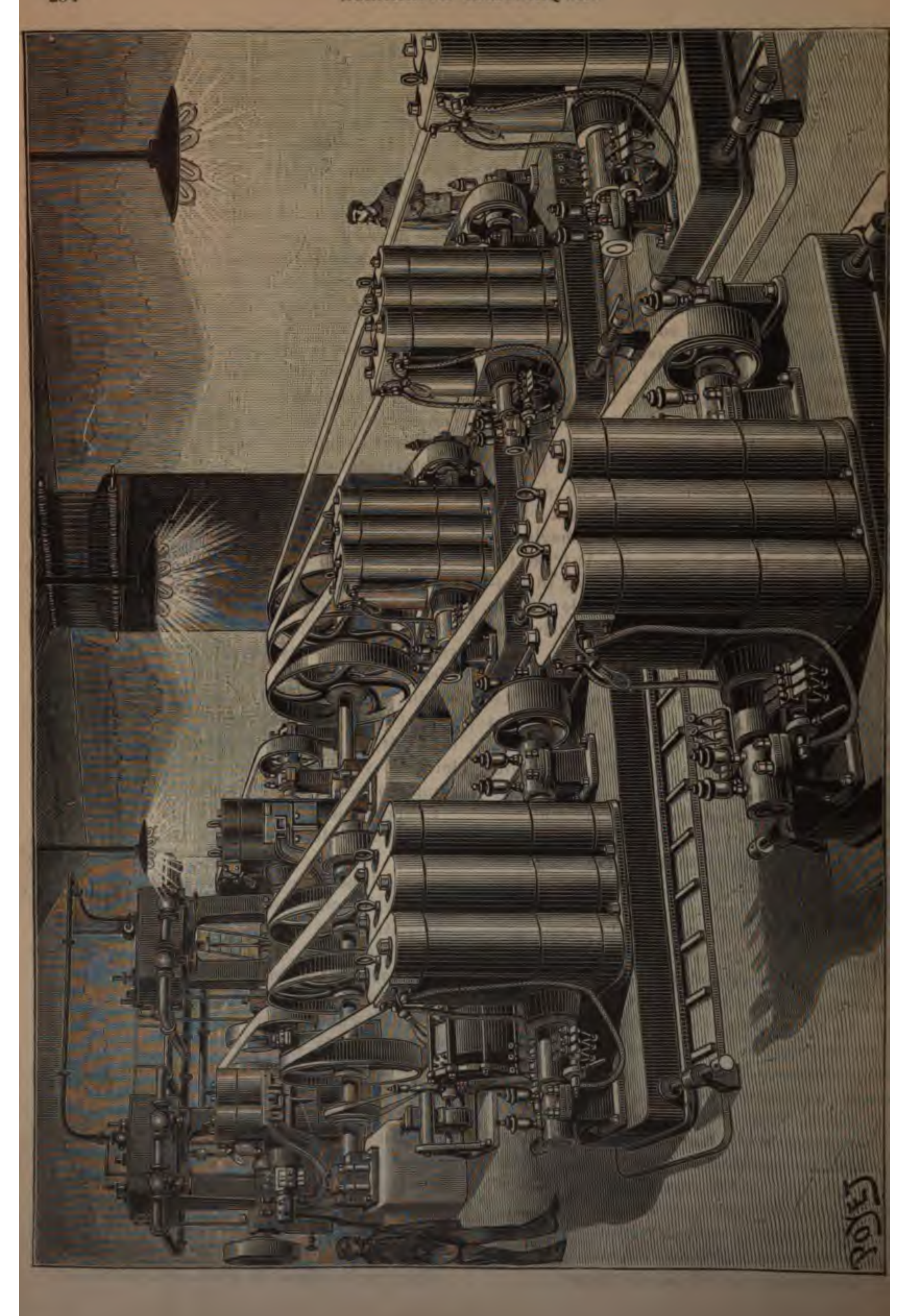
Cette magnifique installation est encore trop récente pour qu'on puisse se rendre compte du prix de revient.

Éclairage des théâtres. — Dans un rapport présenté à la Commission des théâtres subventionnés, M. Mascart a parfaitement mis en évidence les avantages et les inconvénients des deux systèmes d'éclairage, le gaz et l'électricité. Les principaux inconvénients évités par l'éclairage électrique sont : les dangers d'incendie, l'altération de l'air respirable, l'échauffement de la salle, les dégâts occasionnés par la fumée, et qui peuvent devenir incalculables lorsqu'il s'agit d'œuvres d'art pouvant être compromises ou perdues à tout jamais.

L'Hippodrome de Paris adopta la lumière électrique en 1878; c'est le premier théâtre qui fut éclairé complètement à l'électricité. Un grand nombre de théâtres ont suivi cet exemple, sutout depuis les catastrophes de l'Opéra-Comique de Paris et du théâtre d'Exeter en Angleterre.

Éclairage de l'Hippodrome de Paris. — L'Hippodrome a la forme d'un rectangle terminé par deux demi-circonférences; il présente une longueur totale de 105 mètres, une largeur de 70 mètres et une hauteur maxima de 25 mètres. La piste est éclairée par 20 régulateurs Gramme, pourvus de réflecteurs puissants, la salle par 133 bougies; enfin 1 500 lampes à incandescence complètent l'installation; l'intensité totale est d'environ 15 000 carcels. Ces brûleurs sont alimentés par 24 dynamos, qui sont surtout des machines Gramme du type normal.

Éclairage de l'Opéra de Paris. — L'Opéra était



éclairé autrefois par 7 455 becs de gaz qui ont été remplacés par 6 131 lampes à incandescence Édison, dont 5 023 de 10 bougies et 1 108 de 16 bougies, 22 bougies Jablochkoff pour le péristyle et le plafond du grand escalier, et 8 régulateurs pour la loggia.

Ces brûleurs sont alimentés par 13 dynamos Édison à courant continu et une à courants alternatifs. Parmi les premières se trouvent 4 dynamos de 800 ampères et 125 volts; ce modèle, étudié spécialement pour l'Opéra en 1886, est représenté plus loin (Voy. Machines d'induction). On voit ces machines (fig. 226).

Le courant arrive à un tableau de distribution de 4 mètres de largeur sur 1 mètre de hauteur, relié par quatre barres de cuivre à

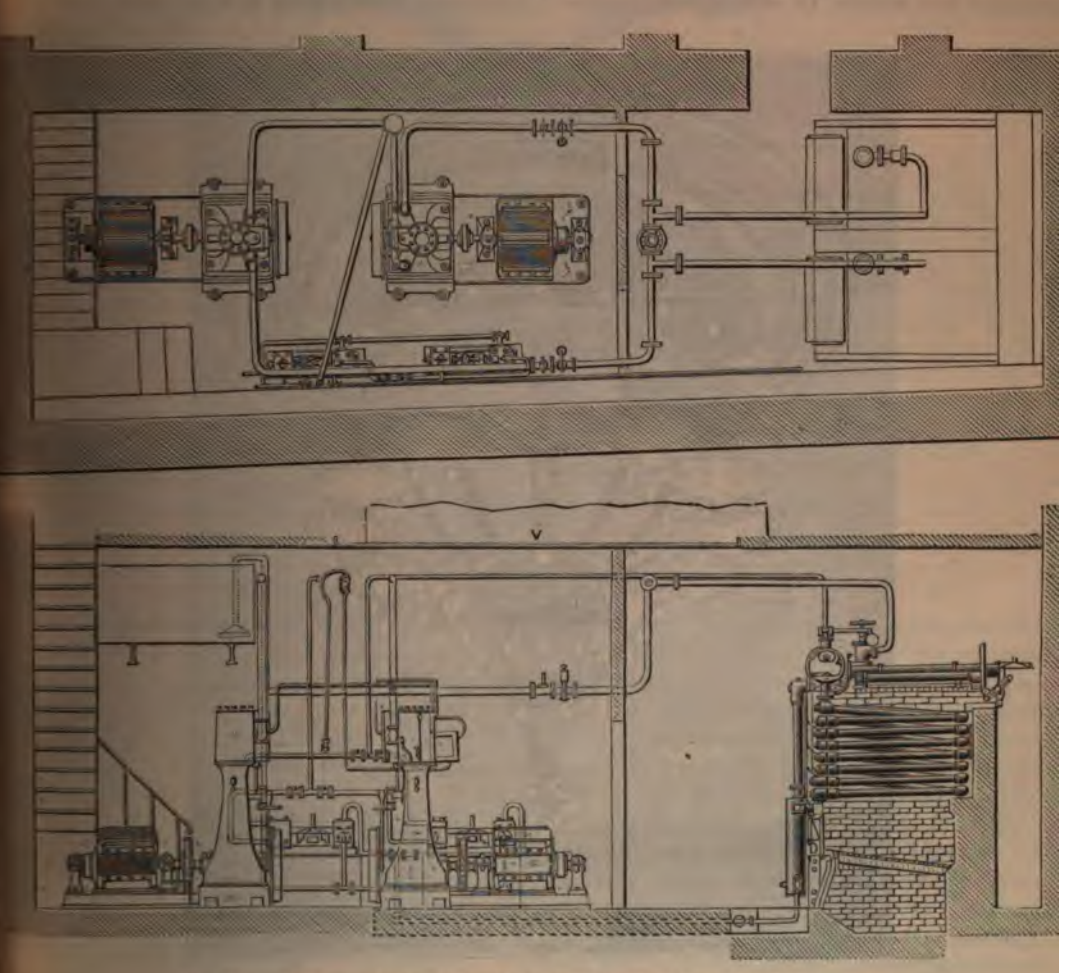


Fig. 227. — Machinerie du Gymnase (plan et élévation) (communiqué par M. Clémançon).

deux autres tableaux de 3,50 m. sur 1,10 m., qui desservent les circuits du théâtre.

Les dynamos sont actionnées par 6 générateurs tubulaires, pouvant produire 10 350 kilogrammes de vapeur, et alimentant 8 moteurs, qui donnent ensemble une puissance nominale de 970 chevaux, pouvant même atteindre 1 200 chevaux quand on utilise l'éclairage entier.

Les chaudières, du système Belleville, donnent la vapeur sous une pression de 12 kilogrammes. Elles sont placées à 60 mètres des machines, auxquelles les relie une canalisation spéciale. La cheminée a 30 mètres de hauteur et 1,30 m. de diamètre. Placée dans une cour intérieure, elle est tout à fait invisible.

Éclairage du Gymnase. — Cet éclairage, installé par M. Clémançon, a été inauguré le 15 décembre 1887. La machinerie fut installée, faute d'espace, dans une sorte de cave, creusée dans

une cour voisine, et recevant le jour par en haut. Elle se compose (fig. 227) de deux générateurs Belleville, deux moteurs pilons et deux dynamos système Thury. Les dynamos sont reliées directement aux moteurs par un manchon. Cet ensemble sert à charger deux batteries de chacune 56 accumulateurs système Schenck-Farbaky, pouvant fournir chacun 320 ampères pendant huit heures. Un conjoncteur-disjoncteur empêche les accumulateurs de se décharger dans les machines.

L'éclairage comprend 883 lampes Khotinsky, savoir 221 lampes de 10 bougies pour la salle, dont 180 groupées sur le lustre (fig. 228), 469 pour la scène et 193 pour les loges d'artistes et l'administration.

Éclairage de la scène. — L'éclairage électrique est aussi précieux pour la scène que pour la

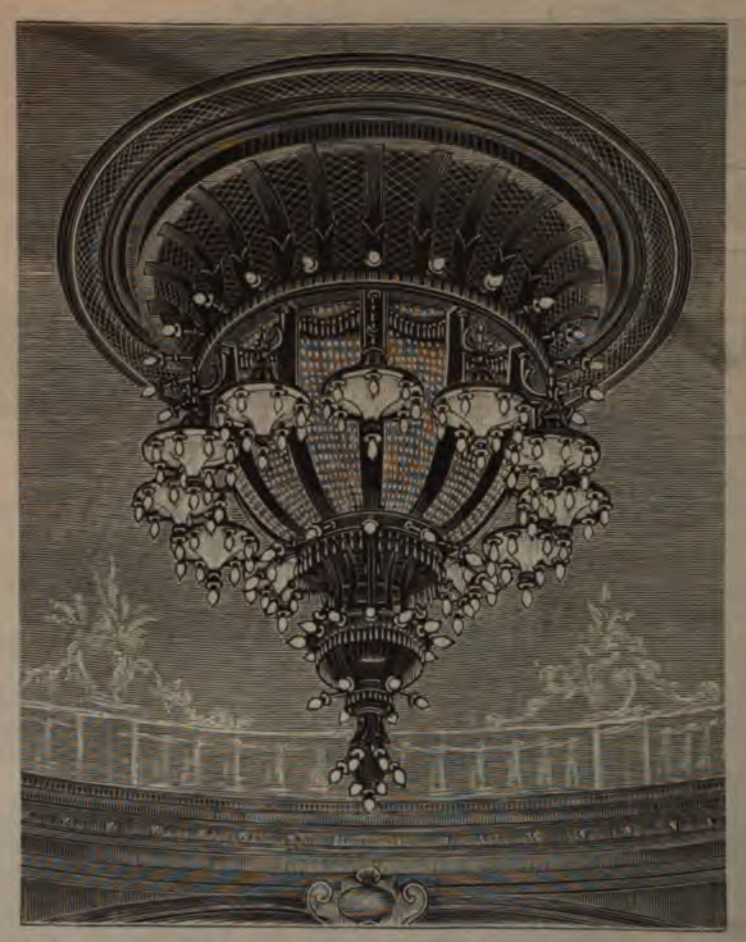


Fig. 228. — Lustre électrique de la Porte-Saint-Martin, d'après une photographie communiquée par M. Clémançon.

salle, car les dangers d'incendie y sont encore beaucoup plus nombreux. La terrible catastrophe de l'Opéra-Comique, encore présente à tous les esprits, aurait été certainement évitée par une bonne installation d'éclairage électrique.

L'éclairage de la scène comprend principalement la rampe, les portants et les herses.

La rampe est destinée, comme on sait, à éclairer la partie antérieure de la scène où se tiennent ordinairement les acteurs; elle est formée de lampes à incandescence. La figure 229 représente la rampe installée en 1889 au Théâtre-Français : elle se compose de deux parties, placées de chaque côté du souffleur ; chaque partie est commandée par une vis à mouvement très doux, manœuvrée par un volant, et supportée par une colonne en fonte. On y a ménagé deux jeux de feux, l'un blanc, l'autre rouge ou bleu, pour les effets de scène.

On donne le nom de herses à des lignes de

placées horizontalement au-dessus de la pour éclairer les ciels et le haut des décors. L'emploi des herses à gaz est très dangereux, car il y a toujours un certain nombre de



Fig. 229. — Rampe électrique du Théâtre-Français.

de fond qui sont suspendues dans la par-

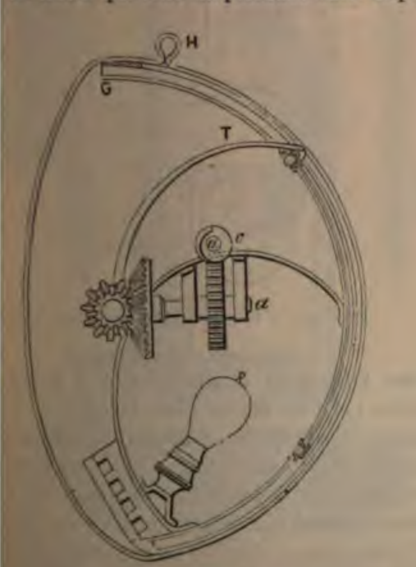


Fig. 230. — Coupe d'une herse.

supérieure de la scène, et qui, oscillant lentement sous l'action des courants ascendants d'air chaud, viennent parfois fort près des herses. L'électricité offre encore ici une sécurité parfaite, car dans ce cas, les lampes à incandescence ne sont pas seulement protégées par leur enveloppe de verre; on place en avant, du côté des décors qu'elles doivent éclairer, un grillage en fil de fer, en arrière une enveloppe en tôle et au-dessus des plaques de verre. Les figures 230 et 231 montrent le dispositif adopté au Gymnase. Des enveloppes transparentes diversement colorées peuvent donner une lumière blanche, bleue ou rouge. De distance en distance sont placées des glissières T, dans lesquelles se meuvent ces panneaux colorés, que commande un axe horizontal au moyen de deux pignons d'angle et d'une vis sans fin C; celle-ci porte deux poulies autour desquelles s'enroulent en sens inverse des cordes qui supportent un contre-poids. En tirant dans un sens ou dans l'autre, on fait monter l'un des panneaux colorés et descendre l'autre. Les lampes sont du système Khotinsky.

La figure 232 montre comment, au même théâtre, sont disposées les lampes placées derrière les portants, de chaque côté de la scène, à

cylindrique sur un écran de soie. L'appareil, convenablement masqué par les décors, s'élevait graduellement, de sorte que le disque lumineux parût monter peu à peu au-dessus de l'h rizon.

Enfin, lors de la reprise de *Moïse*, vers 18

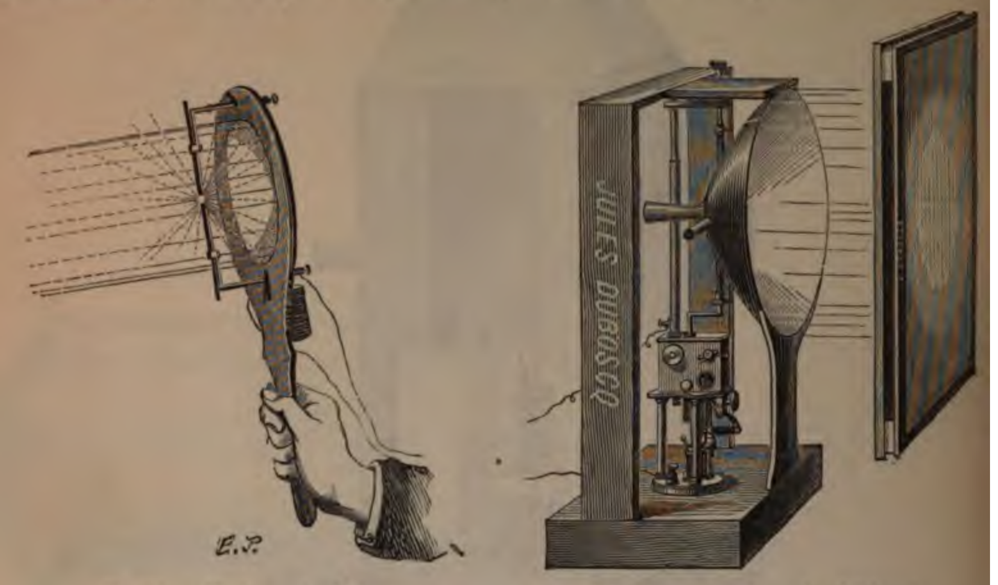


Fig. 234. — Miroir pour les éclairs.

Fig. 235. — Appareil pour le soleil levant.

on remplaça les bandes de papier qui représentaient primitivement l'arc-en-ciel par un effet de lumière électrique. Un appareil à projection placé sur un échafaudage de hauteur convenable, à 5 mètres du rideau, envoyait vers la toile de fond un faisceau de lumière parallèle. Ce faisceau rencontrait d'abord une plaque métallique percée d'une fente en forme d'arc, puis une lentille biconvexe et un prisme, qui donnaient un spectre très étalé et en forme d'arc de cercle (fig. 236).

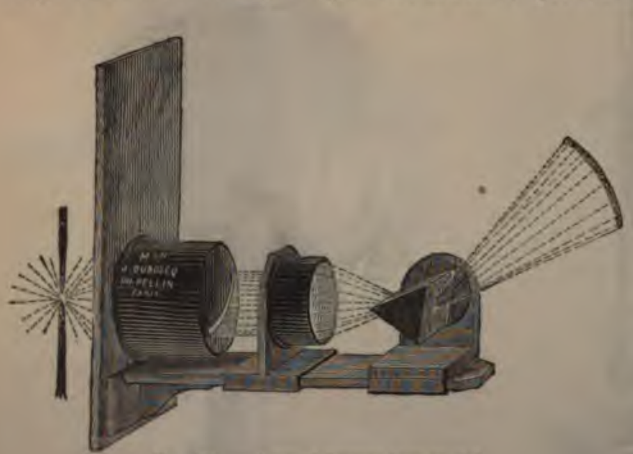


Fig. 236. — Appareil figurant l'arc-en-ciel.

Nous avons décrit plus haut les *bijoux lu neux* et le duel électrique, qui peuvent être lement employés au théâtre.

Éclairage des usines. — C'est dans les usi que l'éclairage électrique s'est développé le p rapidement, car l'existence pr lable de moteurs à vapeur ou à diminue alors généralement les fr d'installation. La lumière électri présente encore ici ses avantages dinaires : économie, possibilité travailler la nuit, suppression pr que complète des risques d'inc die, etc. L'arc voltaïque peut ê employé seul ou concurremm avec l'incandescence. Il a l'avanta d'être plus économique.

Éclairage des ateliers du dépôt c tral de l'artillerie à Paris. — L'atel de précision est éclairé par 2 ré lateurs Gramme de 300 bougies 82 lampes à incandescence Sw nouveau modèle, dont 2 de 25 b gies et les autres de 10. Chaque ouvrier disp en outre d'une lampe de 10 bougies sur support mobile, qu'il peut déplacer suivant s besoins.

Ces lampes sont alimentées par deux dy mos Gramme auto-régulatrices, de 50 ampère

chacune, pouvant au besoin être montées ntité. Un moteur horizontal fixe, qui ude l'atelier, actionne en même temps chines, qui exigent chacune 6 chevaux. eaux et les autres ateliers sont éclairés égulateurs Gramme et 52 lampes Swan bougies, alimentés par une machine du type.

citerons encore l'installation de la gare sbourg, qui comprend 60 régulateurs et ampes à incandescence, actionnés par amos, exigeant chacune une force de vaux environ. L'économie sur l'éclairage est d'environ un tiers.

irage des gares et des trains de chemin . — La gare du Nord fut éclairée la preen 1876. Dans les gares de voyageurs, on e souvent les régulateurs, et l'on fait ré- la lumière sur les plafonds pour obtenir airage plus doux. Dans les gares de marises, on suspend les lampes à l'aide de s à une certaine hauteur, pour éviter de la vue.

lairage des trains comprend l'éclairage eur, destiné à faciliter au mécanicien ration de la voie, et l'éclairage intérieur agons. Le premier s'obtient par un régu- placé en avant de la locomotive. On a té que les trépidations de la machine quaient bientôt l'extinction. Pour remédier éfaut, MM. Sedlaczek et Wikulille ont imame lampe spéciale, qui résiste bien à la e ordinaire des express. Le mouvement harbons (fig. 237) est produit par un li-, de la glycérine, qui remplit deux tubes aux dont les sections sont dans le rapde 1 à 2. Ces tubes communiquent par un e *a*, que commande un piston P percé d'un uit coudé. Ce piston est fixé à l'armature n électro-aimant embroché dans le circuit al. Quand les charbons sont en contact, rcuit est fermé et, le piston occupant la ion figurée, l'orifice *a* est libre : l'arc s'al-, et un peu de liquide passe dans le tube ur permettre aux charbons de s'écarter. aussitôt la palette M est attirée, et le pis-, entraîné vers la droite, subit un petit cement et ferme *a*; lorsque la résistance re augmente, la palette M cède à l'action ssort antagoniste R et, le piston P débou- *a*, un peu de liquide passe en D pour ettre le rapprochement des charbons. On staté que l'éclairage électrique n'altère ni ibilité ni la coloration des signaux de la et n'incommode nullement les mécaniciens; il gêne seulement les agents placés sur la voie, qui passent subitement d'une lumière intense à l'obscurité complète. La principale raison qui en a retardé jusqu'ici l'adoption, c'est évidemment les frais élevés de premier établissement.

La question de l'éclairage intérieur des wagons est encore moins avancée, et cet éclairage

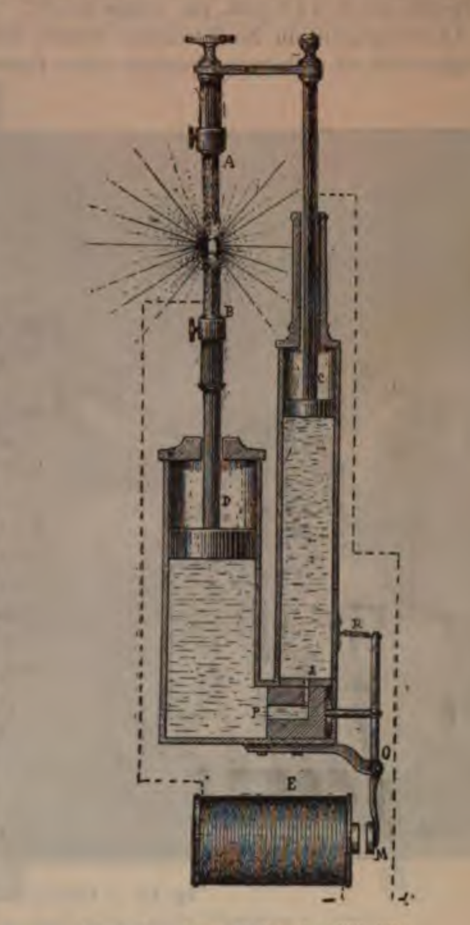


Fig. 237. — Lampe Sedlaczek et Wikulille.

n'est employé qu'en Angleterre et surtout en Amérique.

Les essais tentés à l'aide des piles ne paraissent pas avoir donné de bons résultats, et diverses compagnies essayent actuellement l'emploi des accumulateurs.

Les wagons-salons du *Pensylvania Railroad* sont éclairés à l'aide des accumulateurs seuls ; chaque wagon renferme deux boîtes d'accumulateurs, que l'on charge à poste fixe par une dynamo à incandescence, et qui alimentent des lampes Edison de 23 volts. Ces accumulateurs

fonctionnent depuis trois ans (1890) sans avaries sérieuses.

Un certain nombre de trains du *Boston and Albany Railroad* sont éclairés par des accumulateurs Julien alimentant des lampes Edison; chaque wagon renferme 60 accumulateurs, dont 6 en réserve, et 22 lampes de 16 bougies. Le chargement se fait sur une voie de garage; la dépense est de 5 à 6 cent. par lampe-heure.

La Compagnie du Nord français éclaire les wagons-lits du *club-train* circulant entre Paris et Calais avec des lampes Cruto de 2[...] et 0,6 à 0,7 ampère (6 bougies), avec [...]teurs en opale, alimentées par les acc[...]teurs de la Société pour le travail électriq[...] métaux. Chaque wagon renferme 21 lam[...] 16 éléments d'accumulateurs. La disposit[...] lampes, des récipients et des connexions [...] étudiée par M. E. Sartiaux. La dépense [...] être de 1,9 cent. par lampe-heure, mais l'[...]lation est encore trop récente pour qu'on [...] donner un chiffre définitif.



Fig. 238. — Éclairage électrique des voitures (Aboilard).

Enfin diverses compagnies essayent l'emploi des accumulateurs combinés avec une dynamo commandée par l'essieu d'un des véhicules du train. Le *London Brighton and South Coast Railway* éclaire ainsi trois trains de grande ligne et treize trains locaux. La dynamo produit 50 à 80 volts et 35 à 80 ampères. Les trains locaux ont 40 lampes de 12 candles et 22 accumulateurs, les trains de grandes lignes ont 70 lampes de 10 candles et 32 accumulateurs.

Le *Great Northern Railway* et le *Midland Railway* emploient des dispositions analogues.

Enfin l'express de New-York à Chicago est éclairé par des accumulateurs et une d[...] commandée par une machine à vapeur a[...]tée par la locomotive. La dynamo, du s[...] Eckemeyer, est actionnée par une machi[...]therood à 3 cylindres, de 10 chevaux, [...] dans un fourgon à bagages.

Le *Connecticut River Railroad* éclaire de [...] depuis 1888, les trains de Spingfield à Nort[...]ton. La dépense serait de 34,5 cent. par l[...]heure.

Le train impérial de Russie, installé s[...] direction de M. Werchowsky, a une disp[...] analogue.

M. Sartiaux et Weissenbruch, à qui nous em-
ntons ces renseignements (*Bull. de la Comm. ra. du Congrès des chemins de fer*) pensent le meilleur système est l'emploi d'accumu-
urs chargés dans des usines fixes.

ignalons encore une combinaison nouvelle 'un genre tout différent, qui fonctionne dans les trains de nuit de la compagnie du *it-Eastern*. En laissant tomber dix centimes s une fente disposée à cet effet, on déclenche un mécanisme qui envoie le courant d'un accumulateur dans une lampe de la puissance de 5 bougies, et l'éteint au bout d'une demi-heure.

Éclairage des voitures, des bateaux, des vélocipèdes. — La figure 238 montre la disposition adoptée par M. Aboilard pour l'éclairage des voitures : la partie essentielle de cet éclairage comprend trois lampes à incandescence, deux dans les lanternes et l'autre dans la voiture; les premiè-



...9. — Bougie et aigrette ...r voitures (Aboilard).

Fig. 240. — Lampes à arc pour l'éclairage public (Woodhouse et Rawson).

sont allumées constamment, la dernière e façon intermittente. Quatre petits accu-
teurs placés dans une boîte sous le siège cher et capables d'actionner une lampe nq bougies pendant environ six heures ntent les lanternes; d'autres accumula- placés dans le coffre de la voiture, sont és à la lampe intérieure. Les lanternes nnent des bougies de bois creuses (fig. 239), t à la partie supérieure un support de à incandescence et à la partie inférieure deux bornes auxquelles on attache les conducteurs, et que deux fils relient à la lampe. Le ressort à boudin qui maintient d'ordinaire la bougie est conservé, de sorte qu'on peut, en cas d'accident, revenir instantanément à l'éclairage habituel. Enfin on peut obtenir un effet encore plus éclatant en plaçant des aigrettes, allumées d'une manière intermittente (fig. 239), sur la tête des chevaux et sur le chapeau des domestiques. Les premières sont reliées aux accumulateurs placés dans le coffre par des con-

ducteurs cachés sous les harnais, les autres sont alimentées par des piles de poche semblables à celles que nous indiquons à propos des bijoux.

Pour les canots et les vélocipèdes, l'éclairage ne doit pas être disposé absolument de la même manière : il n'y a aucune utilité à disséminer la lumière, et il est préférable de placer à l'avant un foyer unique, mais assez intense. Dans la disposition adoptée par M. Trouvé, une forte lampe munie d'un réflecteur parabolique est installée à l'avant du canot : elle est alim[...] par une pile du même inventeur, qu'on [...] dissimuler sous une banquette, et qui peut [...] nir facilement plusieurs heures d'éclairag[...] obtient ainsi un vaste champ lumineux, c[...] permet au barreur d'éviter les accidents et d[...] à la navigation de nuit toute la sécurité d[...] ble, en lui ajoutant un charme de plus.

C'est un éclairage du même genre qui [...] vient aux vélocipèdes : un fanal placé en [...]

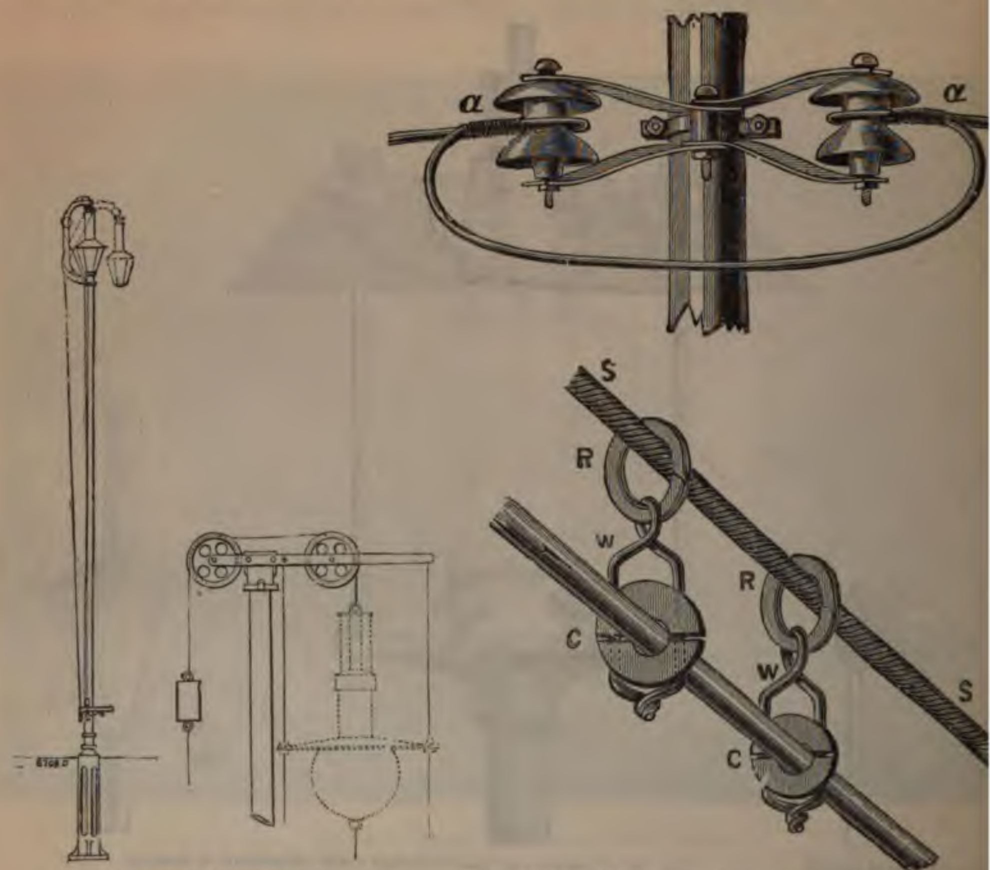


Fig. 241. — Mode de suspension des lampes.

Fig. 242. — Mode de suspension des conducteurs. (Woodhouse et Ra[...]

du conducteur et qui lui montre les détails de la route en même temps qu'il signale aux passants le voisinage de l'appareil. Cette lanterne peut être alimentée par une pile ou un accumulateur : ce dernier mode convient peut-être mieux, à cause du peu de place dont on dispose. Nous donnons plus loin une figure qui montre l'application de l'électricité à l'éclairage et à la traction des vélocipèdes (Voy. Tricycle).

Éclairage des rues et des places publiques. — Les appareils employés pour cet éclairage sont surtout les régulateurs et les bougies[...] les fixe généralement au haut de colonne[...] fonte ressemblant plus ou moins aux can[...] bres à gaz ; les régulateurs peuvent aussi [...] suspendus.

La figure 240 montre un modèle de rég[...] teur employé en Angleterre par la *Gros[...] district electrical Supply*. Ces lampes sont [...] pendues, isolément ou par deux, à l'extré[...] de pylones en fonte (fig. 241). Enfin, la figure [...] représente le mode de suspension des con[...]

ériens, qui sont arrêtés sur les gorges eurs ou fixés aux poteaux par des colulonnés.

onducteurs lourds sont en outre sus- à des fils d'acier qui s'attachent eux- aux appuis. Le conducteur passe alors es bagues en ébonite CC, soutenues par er W en fil de fer galvanisé, et un anneau n acier R, qui entoure le câble de sou-.

prendrons pour exemple l'éclairage de de Paris. Le 15 février 1878, la Société ikoff fut autorisée à installer des bougies place de l'Opéra, puis sur l'avenue du nom et la place du Théâtre-Français. ais durèrent jusqu'au 1er avril 1882. De lles tentatives furent faites aux Halles rs 1879) et sur la place de la Bastille rier 1879). Au mois de novembre 1881, gulateurs de Mersanne furent installés du Carrousel, puis dans la cour du Louvre; rent remplacés ensuite par des foyers . Après quelques autres essais, une usine stallée pour l'éclairage électrique du nou- ôtel-de-Ville.

in, le 30 mars 1888, le conseil municipal a que l'administration pourrait accorder ociétés qui en feraient la demande l'auto- on de distribuer l'électricité dans la ville, conformant au cahier des charges établi effet, et dont nous citerons seulement les riptions les plus intéressantes.

1er. — Aucune concession ne pourra être lée qu'à des Français ou à des sociétés fran- ayant leur siège social en France.

2. — Les fils ou câbles ne pourront être pla- ns les galeries d'égout ou de carrières sou- nes sous Paris. Ils seront placés sous les rs dans des conduites en poterie, en maçon- en métal ou en toute autre matière suffi- nt résistante.....

fils ou câbles ne seront établis sous chaussées our la traversée des voies. Ces traversées se à une profondeur d'au moins un mètre.....

regards seront établis de distance en distance ermettre la visite de la canalisation, et celle- disposée de manière que, en cas d'avarie, sse, en se servant des regards, retirer et cer les fils, sans ouverture de fouille.

raversée des égouts n'est autorisée qu'excep- llement; en thèse générale la canalisation sser au-dessus.

3. — Les fils ou câbles ne peuvent être placés ne distance minima de un mètre des façades isons, cet emplacement étant réservé au ré- unicipal d'électricité.....

4. — Les fils pénétrant dans les immeubles établis entre le câble principal et la façade es conduites reliées à celles du câble prin- Toutes les installations autres que les fils de branchement, telles que coupe-circuits, etc., seront placées en dehors des limites de la voie publique.

Art. 5. — S'il est fait usage de transformateurs, ils seront installés en dehors de la voie publique.

La durée des concessions est fixée à 18 ans.

Art. 13. — Le permissionnaire restera absolument maître de ses tarifs, sous réserve de ne pas dépasser un maximum de 0 fr. 45 pour une carcel-heure, ou de 0 fr. 45 pour une quantité d'énergie électrique livrée aux abonnés et équivalente à un cheval-vapeur pendant une heure.

La ville de Paris se réserve la faculté d'abaisser les prix maxima ci-dessus fixés, tous les cinq ans.

Les abaissements de tarifs profiteront à tous les consommateurs, quelles que soient les conditions de leur police d'abonnement.

Tous les abaissements de tarifs consentis par le permissionnaire à ses abonnés seront considérés comme acquis jusqu'à l'expiration de l'autorisation et les tarifs ne pourront plus être relevés.

Tout permissionnaire, dans l'étendue du réseau à lui concédé, fournira sur la demande de la ville, pour l'éclairage public, de la lumière électrique par arc voltaïque au tarif maximum de 0 fr. 25 la carcel-heure.

Usine municipale des Halles. — Une usine municipale a été installée aux Halles; elle occupe une superficie de 1,900 mètres carrés et alimente actuellement 3,000 lampes, sur un développement de 10 kilomètres.

L'installation comprend deux parties : la première, destinée à fournir des courants continus, à basse tension, est formée de six dynamos Edison, actionnées par des machines Weyher et Richemond, du type vertical à pilon, du système à triple expansion et à condensation. Ces dynamos sont montées en vue de l'emploi du système de distribution à trois fils. (Voy. Montage.)

La seconde partie de l'installation donne des courants alternatifs à haute tension. Elle comprend trois machines Ferranti, alimentées par des moteurs Lecouteux et Garnier.

L'éclairage des Halles comprend 168 lampes à arc dans les pavillons, et 512 lampes à incandescence dans les sous-sols.

Le réseau privé se compose de trois circuits :

1° Rue des Halles;

2° Rue Berger, rue du Pont-Neuf et numéros pairs avoisinants de la rue de Rivoli;

3° Numéros impairs de la rue de Turbigo, du boulevard de Sébastopol et des grands boulevards jusqu'à la rue Montmartre.

Sur ce dernier circuit, qui a 2,000 mètres de longueur, on emploie des transformateurs de distance en distance.

Cette usine est dans des conditions toutes spéciales, car, dans les Halles, c'est seulement

à 2 heures du matin qu'on allume toutes les lampes, alors qu'on les éteint ailleurs.

Concessions diverses. — Outre la compagnie Edison, qui a établi une usine sous la cour d'honneur du Palais-Royal, pour éclairer le Théâtre-Français, le théâtre du Palais-Royal, les galeries du Palais-Royal et l'administration des Beaux-Arts, six compagnies ont accepté les conditions posées par la Ville et ont entrepris l'éclairage de secteurs allant en s'élargissant du centre jusqu'aux fortifications. Ces sociétés doivent éclairer, dans un délai de deux ans, les rues centrales de leur secteur et les voies principales qui les limitent jusqu'aux fortifications. Voici les quartiers concédés à ces Sociétés :

Réseau Gaston-Censier. — Avenue de la Grande-Armée, avenue des Champs-Élysées, rues de Rivoli, du Louvre, Montmartre, du Faubourg-Montmartre, de Châteaudun, de Londres, de Constantinople, de Rome, Cardinet et de Tocqueville.

Réseau de la Société anonyme du secteur de la place Clichy. — Boulevard Pereire, rue de Rome, boulevard Haussmann, les rues du Havre et d'Amsterdam, et les avenues de Clichy et de Saint-Ouen jusqu'aux fortifications.

Réseau de la Compagnie Victor Popp. — Rue de Belleville, faubourg du Temple, place de la République, les grands boulevards, rues Royale et de Rivoli, place de la Concorde et les quais de la rive droite jusqu'aux fortifications.

Réseau de la Compagnie Surry-Montaud. — Boulevards Ornano et Barbès, faubourg Poissonnière, rues Poissonnière, des Petits-Carreaux, Montorgueil, Baltard et du Pont-Neuf, quai des Orfèvres et du Pont-Neuf, rue de la Cité, parvis Notre-Dame, pont d'Arcole, rue du Temple, rues de l'Entrepôt, de Lancry, des Récollets, faubourg Saint-Martin et rue de Flandre.

Société Edison. — Avenues de Saint-Ouen et de Clichy, rues de Clichy et de la Chaussée-d'Antin, les grands boulevards jusqu'à la rue Richelieu, la place de la Bourse, les rues Joquelet, Montmartre, les grands boulevards jusqu'à la rue du Faubourg-Saint-Denis, le commencement de la rue du Faubourg-Saint-Denis, le faubourg Poissonnière jusqu'à la rue d'Enghien, la rue Bergère, la rue du Faubourg-Montmartre, rue Grange-Batelière, rue Geoffroy-Marie, cité Trévise, rue Bleue, rue Lafayette, place Cadet, rue Rochechouart, boulevard Rochechouart, les rues Clignancourt, Ordener et du Mont-Cenis.

Société Marcel Deprez. — Les boulevards Ornano et Barbès, le boulevard Magenta, la place de Roubaix, la rue Dunkerque, le boulevard Denain, la rue du Faubourg-Saint-Denis, la rue d'Aboukir, la rue du Caire, le boulevard de Sébastopol, le boulevard Saint-Martin, la place de la République, la rue de la Douane, le quai de Valmy et la rue d'Allemagne.

Quant à la rive gauche, le boulevard Saint-Michel et le boulevard Saint-Germain seront prochainement éclairés par la Compagnie Victor Popp.

On peut remarquer que les divers
empiètent les uns sur les autres, les
gnies n'ayant pas reçu un monopole, m
lement le droit d'établir une canalisatic

Nous citerons comme exemple l'inst
de la Société pour la transmission de
par l'électricité (Société Marcel Deprez).

Cette compagnie, en vue de pouvoir
ter simultanément par son réseau gén
service des lampes à incandescence et c
régulateurs à arc, tant de l'éclairage p
de l'éclairage public, a adopté 120 volts
tension uniforme de distribution aux
des lampes, ce qui permet de desservi
tinctement des lampes à incandescence
nées à 120 volts ou des arcs montés deu
en tension.

La canalisation de distribution de tou
teur est reliée en ses différents points
çon à présenter un réseau continu, a
par des feeders ou câbles nourrisseurs,
des diverses usines ou postes distribute
blis dans le périmètre concédé.

Un certain nombre de stations sont r
dans l'étendue du secteur, de façon à v
aide les unes aux autres, en cas d'av
d'interruption dans le service survenue
d'elles. Toutes les parties de la canalisa
distribution peuvent d'ailleurs être isol
façon à permettre toute réparation ou
cation dans le reste de l'installation, san
rompre le service d'une zone de plus de
tres de façade. La canalisation est touj
charge et la tension aux points de cont
feeders avec la distribution, mainten
point déterminé, grâce au contrôle de
retour aboutissant de ces points de cont
tableaux de distribution et de réglag
dans les diverses stations de distributio
tension varie de 121 à 122 volts suivant
de charge. La canalisation de distribu
calculée avec une perte de charge max
1,5 volt pour l'intensité du régime com

La perte de charge extrême sur les f
qui correspond au maximum d'utilisatio
meilleur rendement économique de c
ducteurs, étant de 12 volts, la tension
verses stations peut être réglée suivant
sommation, entre 122 et 134 volts. A c
ces stations sont pourvues d'importante
ries d'accumulateurs, destinées à servi
gulateur et de réservoir d'énergie, qui,
ment de la période de plein allumage, vi
compléter le courant fourni directement
dynamos. Dans la journée, ces machine

aux accumulateurs l'énergie qu'ils ont nsée pour l'éclairage.

s stations que la Société a installées dans érimètre qui lui a été concédé sont de deux es différents; les unes sont des stations sformatrices, recevant le courant à haute sion d'une usine primaire, placée à Saint-n, et restituant cette énergie, grâce à l'em-des réceptrices transformateurs, système cel Deprez, à la tension de distribution volts au moment du fort allumage); les res sont des usines productrices de courant asse tension, avec installation complète de hines à vapeur et dynamos actionnées par moteurs. L'emploi de ces deux modes de duction du courant nécessaire à la distribu-n pour l'éclairage a pour but, de même que chevauchement des feeders des différentes nes, d'assurer d'une façon absolument par-e le service général. L'usine primaire de int-Ouen, productrice du courant à haute sion, peut développer une énergie de 1500 vaux électriques, répartis entre les stations transformation du secteur de Paris et des mmunes de la banlieue où la Société est con-ssionnaire de l'éclairage électrique. Cette ne pourra être développée rapidement, de on à atteindre une puissance de 10,000 che-ux électriques. La Société a fait établir en-e deux importantes usines à vapeur, l'une e de Bondy et l'autre rue des Filles-Dieu, ur desservir immédiatement la partie de son teur avoisinant la ligne des boulevards, de-is la gare de l'Est jusqu'à la rue du Caire, en mprenant la ligne des boulevards Magenta, de asbourg, Sébastopol, Bonne-Nouvelle (côté rd), place de la République, rues et faubourgs int-Denis et Saint-Martin, c'est-à-dire de la ne où la densité d'éclairage est la plus grande. Ces deux usines peuvent assurer le fonction-ment de 20,000 lampes, sans compter les 00 lampes des théâtres de la Renaissance, de Porte-Saint-Martin, de l'Ambigu et des Folies-amatiques.

Dans le secteur de cette Société se trouve l'é-irage des boulevards entre la porte Saint-nis et la place de la République, qui com-te actuellement 27 arcs de 10 ampères à titre sai; nous signalerons spécialement l'éclai-e de la partie située entre la porte Saint-tin et le théâtre de l'Ambigu, où les arcs, posés à la fois sur les côtés et dans l'axe du levard Saint-Martin, donnent une idée très sfaisante de l'effet qu'on peut obtenir pour lairage public des boulevards de la grande ville, effet de beaucoup supérieur à celui résultant d'une simple file de régulateurs établis dans l'axe de la voie, qui laisse les bas-côtés dans une pénombre d'autant moins satisfaisante que la chaussée est plus éclairée. D'autre part la disposition adoptée pour les globes et lanternes de cet éclairage, par suite de la position du point lumineux, donne le maximum d'éclairement.

L'éclairage électrique en province et à l'étranger. — Un certain nombre de villes de France possèdent déjà l'éclairage électrique. Tours, Saint-Étienne, Nice possédaient déjà en 1887 des stations centrales; Reims, Angers, Dijon ont suivi cet exemple. A Tours on fait usage de transformateurs; c'est peut-être la première application importante de ces appareils en France. De petites villes telles que Bellegarde-sur-Valserine, Bourganeuf, la Roche-sur-Foron, Saint-Jean-de-Maurienne, Domfront, Châteaulin, etc., possèdent également l'éclairage électrique.

Berlin, Munich, Leipzig, Cologne, Londres, etc., et un grand nombre de villes américaines possèdent aussi des installations plus ou moins complètes d'éclairage électrique.

Éclairage de la ville de Genève. — La ville de Genève a utilisé pour son élairage les forces naturelles dont elle dispose. Un barrage à vannes mobiles, élevé dans le Rhône à la sortie du Léman, pour régulariser le niveau du lac, donne une chute qui produit une force motrice de plusieurs milliers de chevaux. Cette chute fait marcher des turbines qui actionnent des pompes. Un premier jeu de pompes distribue de l'eau à basse pression pour l'alimentation des habitations particulières et le service municipal. Un second jeu refoule l'eau dans un réservoir situé à 135 mètres au-dessus du lac, duquel part une canalisation à haute pression (13 atmosphères) qui distribue la force motrice. C'est cette eau à haute pression qui est utilisée par la station centrale d'électricité.

L'eau actionne des turbines horizontales, qui sont reliées directement aux dynamos par des manchons élastiques Raffard. Les dynamos sont du système Thury, à 6 pôles, de 100 volts chacune. Le collecteur porte quatre paires de balais, ce qui permet d'enlever, de changer, de régler une ou deux paires pendant la marche. Il n'y a pas trace d'étincelles aux brosses, même en pleine charge; chaque machine est munie d'un léger ventilateur, qui insuffle de l'air entre l'inducteur et l'induit et aussi à travers l'induit, ce qui permet d'augmenter beaucoup le débit, sans échauffement dangereux.

On a adopté le système de distribution directe du courant continu à trois conducteurs. Les câbles de distribution sont du système Siemens et Halske décrit plus haut. Cette distribution est faite par la Société d'appareillage électrique.

Éclairage de la ville d'Anvers. — L'éclairage de la ville d'Anvers, réalisé par la Compagnie générale d'électricité, comprend deux machines à vapeur du système Compound, de 400 chevaux chacune, alimentées par quatre chaudières multitubulaires inexplosibles, système de Naeyer, dont trois sont en activité à la fois.

Les dynamos sont du système Gulcher, à grand débit et à faible tension. La station étant assez éloignée, le courant est d'abord amené aux quartiers qu'on doit éclairer par un conducteur principal, long de 410 mètres, et formé de cinq câbles positifs et cinq négatifs. Chaque câble est formé de dix-neuf fils en toron ayant chacun 4,88 millimètres de diamètre. La section totale du groupe de câbles est 1775 millimètres carrés; l'intensité totale du courant est 1500 ampères. La perte en volts pour le débit total est de 12,30; la perte en chevaux de 28,73. La résistance totale à 15° est de 0,0082 ohms. La chute de potentiel aux extrémités du conducteur principal est constante et égale à 70 volts. La distribution secondaire constitue à peu près un rectangle dont on aurait rejoint le milieu des côtés; elle a été calculée pour une perte de 4 volts. Le reste de la distribution se fait par fils aériens en bronze phosphoreux. Les régulateurs à arc sont du système Gulcher, les lampes à incandescence du système Siemens et du système Lane-Fox. Chaque installation particulière est pourvue d'un compteur Ferranti.

Éclairage de l'Exposition universelle. — L'éclairage de l'Exposition de 1889 fut confié en partie à l'électricité et en partie au gaz. Les parties éclairées à la lumière électrique comprenaient :

1° *Espaces couverts :* galerie des machines; galerie de 30 mètres reliant le Palais des machines au Dôme central; Dôme central; galerie Rapp et galerie Desaix;

2° *Espaces découverts :* cours et avenues intérieures; jardin supérieur; jardin central; jardin inférieur; abords de la Seine.

Nous citerons en particulier l'éclairage du Palais des machines, qui constituait la partie la plus importante de l'installation; il comprenait : 1° une nef ayant 383 mètres de longueur, 114 mètres de largeur, 45 mètres de hauteur maximum et 43,662 mètres de surface; 2° une galerie de 18 mètres de largeur, et 8 mètres de hauteur, régnant tout autour de la nef et présentant une surface de 16,675 mètres carrés; 3° une galerie au premier étage, couvrant la précédente et ayant absolument les mêmes dimensions. La surface totale du palais est d'environ 77,000 mètres carrés, près de 8 hectares, et son volume de 2 millions de mètres cubes.

L'éclairage de la nef était dû à deux séries d'appareils fonctionnant séparément ou simultanément. La première série comprenait 4 lustres, formés chacun de 12 régulateurs de 60 ampères brûlant à feu nu, et placés sur l'axe du palais, à 40 mètres de hauteur. Ces lustres étaient manœuvrés à l'aide de treuils fixés sur les fermes de la charpente, à la hauteur du premier étage. Ces régulateurs étaient groupés par 3; leur réseau comprenait donc 16 circuits de 60 ampères sous 200 volts.

La seconde série comprenait 86 régulateurs de 25 ampères, munis de globes clairs, et placés à 15 mètres du sol, sur 5 rangs longitudinaux et 18 rangs transversaux. Enfin les deux galeries du rez-de-chaussée et du premier étage ont reçu 276 régulateurs de 8 ampères, placés à 5 mètres du plancher.

L'escalier placé sur l'axe transversal du palais, du côté de l'École militaire, était éclairé par 200 lampes Woodhouse et Rawson de 8 bougies, et les bureaux placés sous cet escalier par 10 lampes de 250 bougies, installées par M. Garnot. L'escalier situé du côté de l'avenue Suffren a reçu 300 lampes à incandescence de 8 bougies de la maison Jarriant, et l'escalier opposé, placé près de l'avenue de Labourdonnais, 160 lampes de 8 bougies de MM. Crompton et C[ie].

Éclairage de la tour Eiffel. — L'éclairage électrique de la tour Eiffel comprenait : à la partie supérieure, un phare dont la lampe électrique avait une intensité de 10,000 carcels; invisible jusqu'à 1,500 mètres du pied de la Tour, ce feu envoyait ses rayons à une distance de 80 kilomètres. Cet appareil tournant portait trois systèmes de lentilles, bleu, blanc, rouge. La lampe recevait un courant de 100 ampères. La partie tournante du phare était mise en mouvement par un courant accessoire de 0,5 ampère. Sur la cinquième plate-forme, de 5,75 mètres de côté, placée un peu au-dessous du phare, à 290 mètres de hauteur, étaient installés 2 projecteurs Mangin, ayant chacun un foyer de 10,000 carcels et un miroir concavo-convexe, en verre argenté sur la face postérieure, de 0,90 m. de diamètre. Chaque pro-

jecteur était posé sur une sorte de truc et pouvait se mouvoir tout autour de la plate-forme, sur une petite voie Decauville ; ils pouvaient en outre tourner dans tous les sens. Un moteur de 35 chevaux actionnait 3 dynamos placées dans le pied sud-ouest de la Tour et dont les courants étaient portés aux 3 lampes par six câbles en fil de cuivre tressé non recouvert, soutenus par des isolateurs.

Éclairage des chantiers de construction, des exploitations agricoles, etc. — L'une des premières applications des régulateurs électriques a été l'éclairage des chantiers de construction, pendant la nuit, lorsqu'on veut faire avancer rapidement les travaux : citons notamment la reconstruction du Louvre, des magasins du Printemps, les travaux du pont Notre-Dame, etc. Le plus souvent on place la lampe



Fig. 243. — Voiture avec matériel mobile d'éclairage.

au sommet d'un échafaudage en bois, et l'on renvoie, à l'aide d'un réflecteur, les rayons lumineux sur la partie qu'on veut éclairer. Une locomobile alimente la machine génératrice.

La lumière électrique peut rendre les mêmes services dans les exploitations agricoles, où souvent un retard de quelques heures peut faire perdre une récolte.

Des appareils spéciaux sont construits pour cet usage, notamment par la Société de matériel agricole de Vierzon (fig. 243).

Un chariot à quatre roues porte une machine à vapeur horizontale avec chaudière à foyer amovible et retour de flamme, qui actionne par l'intermédiaire d'une courroie une dynamo placée à l'avant, et séparée de la chaudière par une cloison pleine, pour la préserver des radiations calorifiques. Un autre compartiment reçoit des accumulateurs ; au-dessus sont placés tous les accessoires, câbles, fils, lampes, etc. A côté de la dynamo est placé le tableau des communications, qui porte un am-

pèremètre, un voltmètre, une lampe témoin, et trois commutateurs à manette, qui permettent d'établir toutes les communications entre la machine, les accumulateurs et les lampes. Le modèle le plus ordinaire alimente 2 régulateurs de 80 carcels, et environ 50 lampes à incandescence de 16 bougies.

La figure 245 montre une disposition un peu différente. La machine à vapeur est verticale, avec chaudière à tubes pendentifs système Fiel Tout le mouvement est placé sur le devant la chaudière, sous la main du mécanicien. caisse du matériel électrique est divisée en tr compartiments séparés par des cloisons pleine celui de gauche à la partie inférieure reçoit l accumulateurs; à l'étage supérieur sont plac tous les accessoires du service d'éclairage câbles, fils, lampes, etc.; celui de droite co



Fig. 244. — Locomobile avec machine à vapeur verticale.

tient la dynamo, qui est généralement du type Gramme, et le tableau des communications. Ce compartiment est fermé par un panneau mobile qu'on enlève pendant le fonctionnement pour surveiller la marche. Ce modèle est généralement construit pour alimenter 3 régulateurs de 80 carcels, ou bien 40 à 50 lampes à incandescence de 16 bougies, ou un éclairage équivalent formé avec les deux systèmes.

La figure 245 représente un appareil analogue construit par la maison Woodhouse et Rawson. Les lampes se placent sur des trépieds mobil (fig. 246).

La lumière électrique est appliquée, depu 1883, à l'éclairage des bassins de radoub d port d'Anvers; on peut ainsi travailler jour nuit, et diminuer beaucoup les frais de statio nement supportés par les armateurs dont l navires sont en réparation. Dans le même bu et en raison de l'insuffisance des formes radoub existant à cette époque, la ville d Havre a fait installer, en avril 1884, un écla

électrique fixe par la maison Sautter, nnier et Cie, sous la direction de MM. Caza- et Bricard et de l'administration des ponts haussées du Havre. Ces formes sont au nombre de quatre, dont trois situées au bassin de la Citadelle et la quatrième au bassin de l'Eure. Nous décrirons l'installation de cette dernière.



Fig. 245. — Locomobile électrique pour exploitations agricoles.

longueur totale de cette forme est de mètres, sa largeur de 30 mètres et sa pro-



Fig. 246. — Support mobile pour lampe.

deur de 10 mètres. L'éclairage devait être fisant pour permettre : 1° les entrées et les ties des navires pendant la nuit; 2° les manutentions et approches des matériaux autour de la forme; 3° tous les travaux de visite et les réparations de toutes les parties de la coque du navire.

L'éclairage nécessaire pour les deux premières séries d'opérations est obtenu à l'aide de 6 lampes Gramme, de 500 carcels chacune, placées à 12 mètres au-dessus du sol, pour permettre d'éclairer un grand espace sans fatiguer la vue. Ces lampes sont enfermées dans des lanternes avec globe en verre, pour les protéger du vent et de la pluie. Elles sont supportées par des pylones de 13 mètres d'élévation, sur lesquels on peut les hisser à toute hauteur, depuis le fond de la cale jusqu'à 12 mètres au-dessus du sol. On peut ainsi éclairer facilement l'intérieur de la forme pour visiter et réparer les navires : il suffit de faire descendre les lampes dans la cale et de les maintenir, à l'aide d'amarres, dans les positions les plus avantageuses.

Les pylônes (fig. 247) sont des colonnes creuses en fonte, surmontées d'un bras en treillis de fer portant un grand abat-jour en tôle galvanisée. Ils portent à l'extérieur les attaches des circuits et à l'intérieur un tambour en fonte sur lequel s'enroule un câble à double

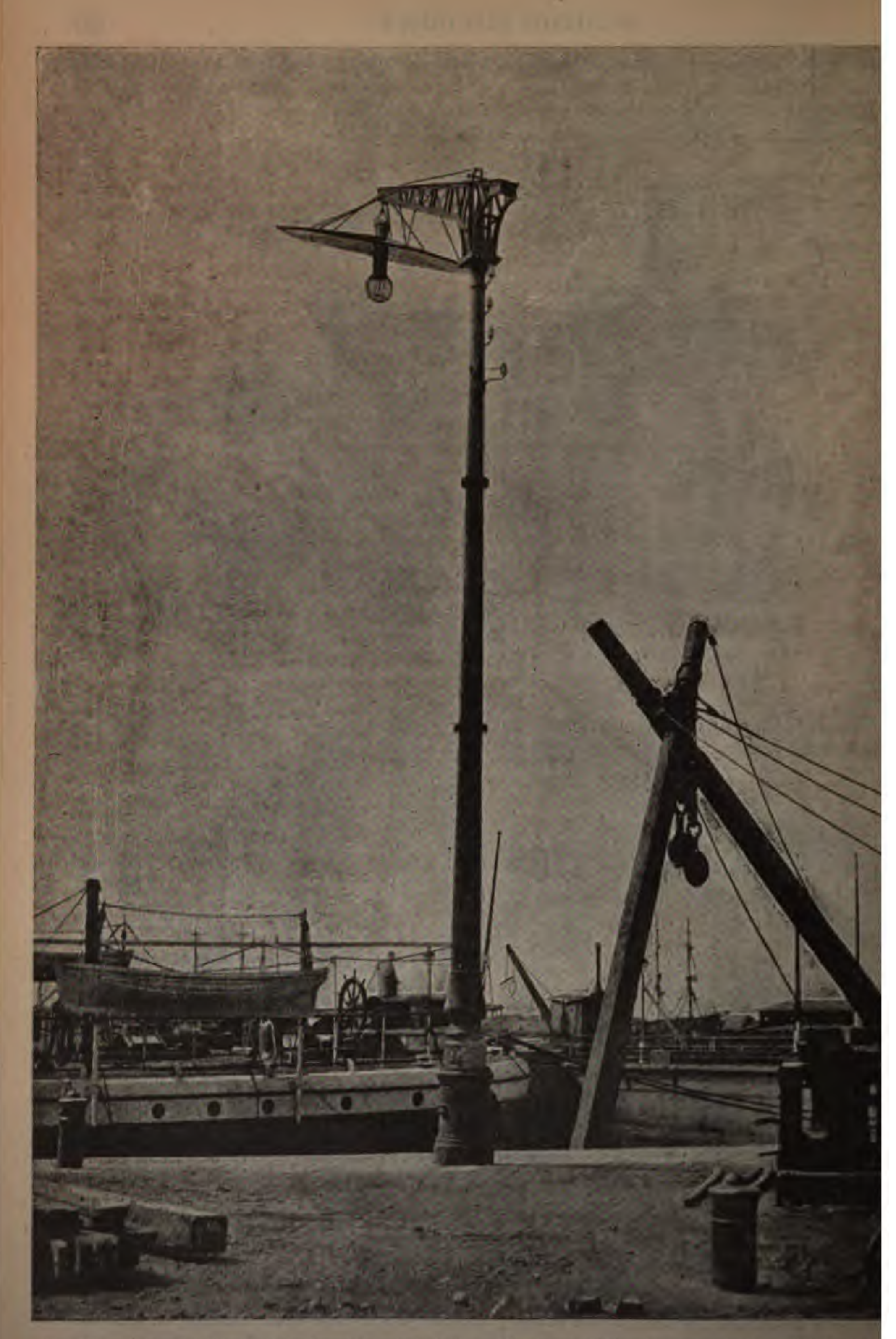


Fig. 247. — Éclairage à l'électricité des formes de radoub du Havre (d'après une photographie communiquée par MM. Saulier-

conducteur, qui amène le courant jusqu'aux lampes, et sert aussi à les soutenir; en tournant ce treuil, on déroule le câble et on amène les lampes à la hauteur voulue. Au-dessous du tambour et abrités par un toit en zinc se trouvent un interrupteur automatique et une résistance équivalente à celle de la lampe, que le commutateur lui substitue lorsqu'elle s'éteint accidentellement ou volontairement. Deux autres commutateurs permettent, l'un de changer les charbons, l'autre d'enlever la lampe du circuit quand on ne veut pas l'allumer.

Ces régulateurs sont alimentés par deux dynamos Gramme de 24 ampères et 250 volts à la vitesse de 1,200 tours. En portant la vitesse à 1,500 tours, on peut alimenter 4 des foyers avec une seule machine. Normalement les lampes, montées en tension, sont divisées en deux circuits, dont chacun est commandé par l'une des machines.

Grâce à cette installation, les cuivrages et les travaux de carène peuvent se faire aussi bien de nuit que de jour. La fixité des lumières est remarquable; elle persiste même pendant qu'on abaisse ou qu'on relève la lampe.

Éclairage des navires. — Les principaux avantages de la lumière électrique pour les navires sont la lumière plus abondante et plus agréable, la facilité de service, la suppression des risques d'incendie, l'augmentation de bien-être pour les passagers et l'équipage, la puissance des feux de route augmentée, les signaux de nuit d'une transmission plus sûre et plus rapide, enfin l'économie. Les conditions essentielles sont à peu près les mêmes pour les grands paquebots des compagnies de transports et pour les grands bâtiments de guerre, si ce n'est que dans les navires marchands l'appareillage est un peu plus luxueux, et dans les navires de guerre la complication des circuits est un peu plus grande.

Le nombre des lampes nécessaires dépend des dimensions du bâtiment : il peut varier de 25 pour les torpilleurs de haute mer à 500 pour les grands transatlantiques.

Éclairage du cuirassé le « Richelieu ». — Cet éclairage, installé en 1884, comprend 227 lampes à incandescence Edison dont 211 de 8 bougies pour l'éclairage proprement dit et 16 de ...es pour les feux de route, feux de position ...ignaux. Ces lampes sont divisées en 7 ..., répondant chacun à un besoin spécial ...artant d'un tableau de distribution placé près de la machine :

1° Circuit de jour;
2° Circuit de nuit;
3° Circuit de combat;
4° Circuit de la machine;
5° Circuit de mer;
6° Circuit des feux de route.
7° Circuit des feux de signaux.

Dans chaque circuit, un certain nombre d[e] lampes, dont on n'a besoin qu'à certains mo[-]ments, sont munies de commutateurs indivi[-]duels. Les commutateurs des lampes placée[s] dans les locaux habités par l'équipage son[t] munis de clefs, de façon que la manœuvre n[e] puisse en être faite que par celui qui en es[t] chargé.

Les lampes destinées à l'éclairage sont fixée[s] à des appareils dont la forme et la dispositio[n] varient avec les endroits à éclairer. Le fana[l] (fig. 248) est employé surtout dans les batterie[s]



Fig. 248. — Fanal.

et autres postes de couchage. La lanterne-wago[n] (fig. 249) convient très bien à l'éclairage de[s]



Fig. 249. — Lanterne-wagon.

coursives, des soutes, de certaines parties de[s] machines, etc.

Il y a avantage en certains points à munir ces appareils d'un anneau et à les suspendre au moyen de trois chaînettes (fig. 250). Dans les

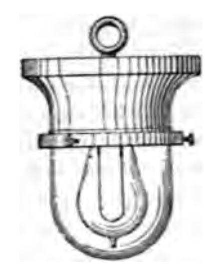
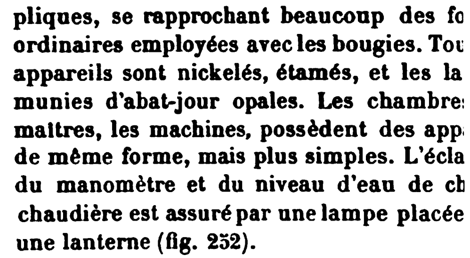


Fig. 250. — Lanterne-wagon suspendue.

chambres d'officiers, carrés et appartement de l'amiral, les supports ont la forme de bras, de suspensions droites (fig. 251), de lustres ou d'appliques, se rapprochant beaucoup des fo ordinaires employées avec les bougies. Tou appareils sont nickelés, étamés, et les la munies d'abat-jour opales. Les chambre maîtres, les machines, possèdent des app de même forme, mais plus simples. L'écla du manomètre et du niveau d'eau de ch chaudière est assuré par une lampe placée une lanterne (fig. 252).

Pour les soutes à poudre et à projectile a utilisé les guérites des anciens porte-bou



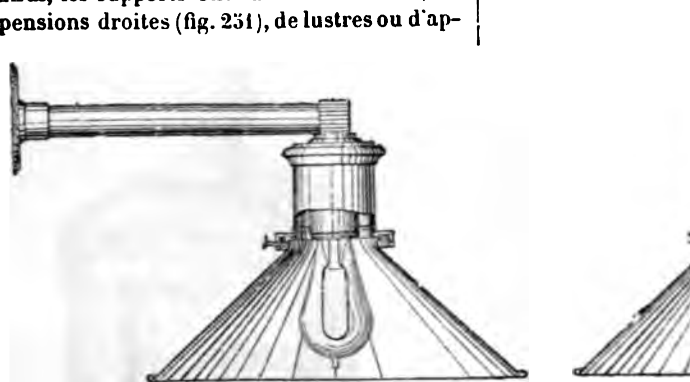


Fig. 251. — Bras et suspension.

la lampe est fixée à un petit socle en bois qui vient occuper la place du porte-bougie en face

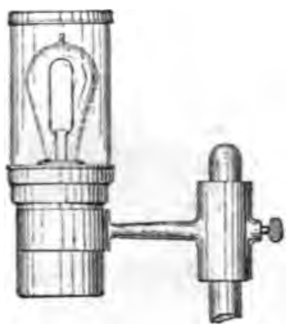


Fig. 252. — Lanterne de niveau d'eau.

du réflecteur. Un petit câble souple relie la lampe à deux bornes de prise de courant, de sorte qu'on peut les substituer facilement à la bougie, et *vice-versa*. Une disposition semblable a été adoptée pour les fanaux de route et les lampes de signaux ; mais les prises de cou étant placées à l'extérieur du navire, se dans des boîtes étanches spéciales.

Partout des précautions particulières on prises pour soustraire les lampes aux vibrat dues aux mouvements des machines et au cousses causées par le tir du canon. Dans c on a : 1° interposé entre les parois du ba et le point d'attache de chaque support rondelle en feutre de 10 à 15 mm. d'épaiss 2° relié chaque lampe à son support par l'in médiaire de deux petits socles en bois et ressort à boudin, qui amortit les chocs.

Les fils conducteurs, parfaitement isolés, été partout posés sur des planches en l fixées aux parois du navire ou passés dans tuyaux en métal, et, l'installation faite, assuré leur conservation en les recouvrant bois ; 48 coupe-circuits sont intercalés dans l' tallation.

On peut éteindre un nombre quelconque lampes sans altérer l'intensité de celles

t, et sans qu'il soit nécessaire d'introduire sistances équivalentes. La machine règle ême automatiquement le débit; les va-s du travail moteur qu'elle absorbe sont rtionnelles aux variations du nombre des s allumées. Malgré ces variations, la vi-du moteur reste constante; elle est réglée régulateur différentiel spécial du système agissant sur la détente de la vapeur.

ynamo est une machine Gramme du type nant 200 ampères et 50 volts environ; les -aimants sont excités en dérivation. Cette ne exige une puissance de 20 à 25 chevaux; st commandée par un moteur Mégy à vitesse.

irage du paquebot-poste l'« Océanien ». — oindrons à l'exemple précédent celui d'un bot de la compagnie des Messageries mari- installé par les mêmes constructeurs en Cette installation comprend 200 lampes à lescence Edison de 10 bougies pour l'é-ge des salons, des cabines et des couloirs, pes de 20 bougies pour les soutes, et 3 s de 40 bougies pour les feux de route. Ces ières sont du type Woodhouse et Rawson. gulateur à arc de 150 carcels peut être rapidement à l'extrémité d'une vergue 'embarquement ou pour toute autre opé- exigeant un éclairage extérieur très in-

lampes sont alimentées par deux dyna-ramme donnant chacune 118 ampères. le le nombre des lampes allumées devient faible, par exemple vers onze heures du n ne laisse en fonction qu'une seule dy- Les dynamos sont compound, de sorte ntensité des lampes allumées reste cons-quel que soit leur nombre.

que dynamo est actionnée directement, ucun intermédiaire, par un moteur Mégy de vitesse, muni d'un régulateur diffé-

rage du cuirassé l'« Indomptable ». — L'ex-ce a montré qu'il est bon de ne pas donner oteurs qui actionnent les dynamos dans ires une vitesse supérieure à 350 tours nute. Malgré les qualités remarquables eur Mégy, employé sur les navires cités us, les machines à très grande vitesse, viennent parfaitement pour des services oires d'une faible durée, semblent peu s à un service aussi constant et d'aussi durée que l'éclairage d'un navire. Aussi utter, Lemonnier et Cie ont-ils adopté de nce pour le croiseur japonais *l'Unébi*, puis pour le cuirassé *l'Indomptable*, installé en 1887, une machine faisant 350 tours par minute, et actionnant directement la dynamo.

Ce moteur, du type pilon (fig. 253) est à deux cylindres compound, fonctionnant à volonté, avec échappement à air libre ou à condensation. Il a une puissance nominale de 20 chevaux effectifs à 3 kilogr. de pression. Afin de réduire le poids au minimum, les cylindres et le bâti seuls sont en fonte, tous les autres organes en bronze ou en acier. L'examen du dessin montre que tous les organes sont bien en vue et facilement accessibles même pendant la marche; tous les coussinets, en bronze phosphoreux ou garnis de métal antifriction, sont à rattrapage de jeu.

La distribution est faite dans le grand cylindre par un seul tiroir et dans le petit cylindre par un tiroir double à détente variable; on peut ainsi, avec un réglage convenable, fonctionner toujours dans les conditions les plus économiques de consommation de vapeur, soit à condensation, soit à échappement libre.

Le régulateur de vitesse est particulièrement sensible; il est de plus disposé de telle sorte que pendant la marche on peut faire varier l'allure normale du moteur.

Le moteur et la dynamo sont montés dans le prolongement l'un de l'autre sur un châssis commun en fer à double T, qui sert en même temps de bâti aux organes de la dynamo. L'accouplement est fait par un manchon flexible à ressorts, entièrement métallique, dispensant de prendre au montage à bord les précautions minutieuses qu'exigerait un accouplement rigide.

L'essai de consommation des moteurs à vapeur a indiqué en moyenne 9,5 kilogr. d'eau par heure et par cheval effectif mesuré au frein. Pression de vapeur 3 kilogr.; condensation 0,60.

La dynamo Gramme est du genre *duplex*, c'est-à-dire à deux paires de pôles. L'induit a ses sections couplées deux à deux en quantité. Les électro-aimants sont à excitation compound. Toute la partie supérieure de la dynamo peut s'enlever, de manière à permettre en quelques instants le remplacement de l'arbre et de sa bobine. Cette machine peut donner de 1 à 150 ampères avec une différence de potentiel aux bornes de 66 volts.

L'éclairage de l'*Indomptable* comprend deux ensembles identiques, dont l'un peut alimenter 8 projecteurs de 500 becs et de 0,40 m. de diamètre avec 45° de divergence, c'est-à-dire éclairer tout l'horizon, pendant que l'autre illumine les 225 lampes à incandescence de 10 bougies

destinées à l'éclairage intérieur; en raison de leur identité, l'un de ces ensembles peut se substituer à l'autre, dans l'un quelconque de ces deux services différents.

Éclairage des croiseurs le « Davout » et le « Suchet ». — Les dispositions employées pour l'*Indomptable* ne pouvaient convenir à ces croiseurs, car, dans ce cas, les ensembles devaient être installés sous le pont cuirassé, contre le bordage, et la hauteur disponible était seulement de 1 mètre au point où le pont rencontre la paroi; cette condition excluait l'emploi de teurs pilons. D'ailleurs le programme tracé la Marine limitait à 350 tours la vitesse rotation, et demandait une consommation vapeur aussi économique que celle des mot pilons compound.

Pour réaliser ce programme, MM. Sautter monnier et Cie, ont fait usage d'un moteur W tandem. Les deux cylindres sont sur le longement l'un de l'autre, le cylindre postér en porte-à-faux. Le cylindre antérieur est p

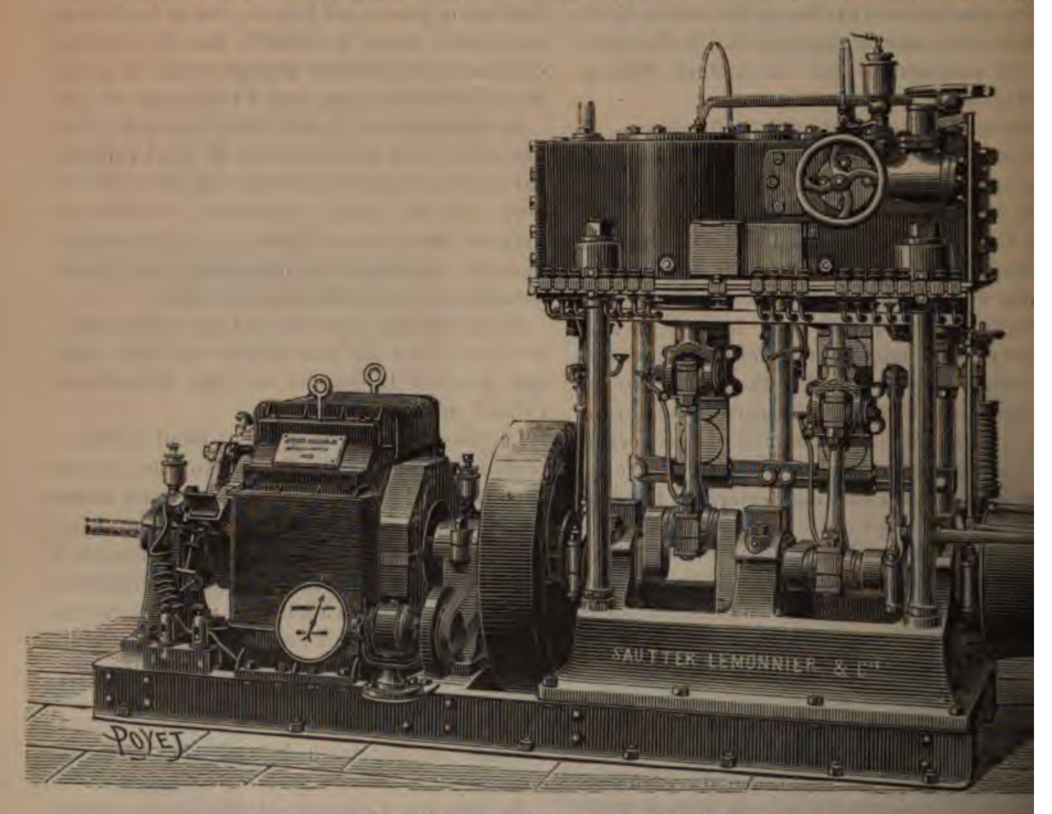


Fig. 253. — Moteur pilon et dynamo Duplex de l'*Indomptable*.

par un bâti en fonte qui reçoit à l'autre extrémité l'arbre de couche. Les cylindres ont tous deux des enveloppes de vapeur; le plus petit est à détente variable. Les dimensions d'encombrement sont : 2,40 m. en longueur, 1,60 m. en largeur, 0,90 m. en hauteur.

La dynamo, du type Gramme, est à deux pôles. L'induit est monté sur l'arbre même du moteur, prolongé à cet effet. Les électro-aimants sont portés par un bâti en fonte boulonné contre celui du moteur. L'accès étant impossible du côté du bordage, on a pris toutes les précautions nécessaires pour pouvoir faire les manœuvres et même démonter toutes pièces du côté de la dynamo, sans dépla l'ensemble.

La dynamo peut fournir 200 ampères 70 volts à la vitesse de 350 tours par min La consommation de vapeur est de 10 k grammes par cheval-heure.

Éclairage du « Hoche ». — Le cuirassé premier rang le *Hoche*, qui vient d'être ach à Lorient, est muni d'un éclairage électri comprenant :

1° 6 projecteurs de 60 centimètres, m chacun d'une lampe à arc prenant de 6

mpères, et dont la puissance lumineuse e 3 000 becs;

L'éclairage extérieur formé de : 14 lam- incandescence de 50 bougies, 65 volts : mpes à incandescence de 32 bougies, lts :

L'éclairage intérieur obtenu par : lampes à incandescence de 10 bougies, lts.

Quatre groupes de dynamos Desroziers fournissent le courant électrique nécessaire à l'alimentation de ces foyers. Chacun des groupes peut donner 200 ampères et 70 volts à la vitesse de 350 tours. Les moteurs, construits par la maison Breguet, sont compounds, du type dit pilon.

Ils sont réunis aux dynamos par l'intermédiaire de l'accouplement élastique, système

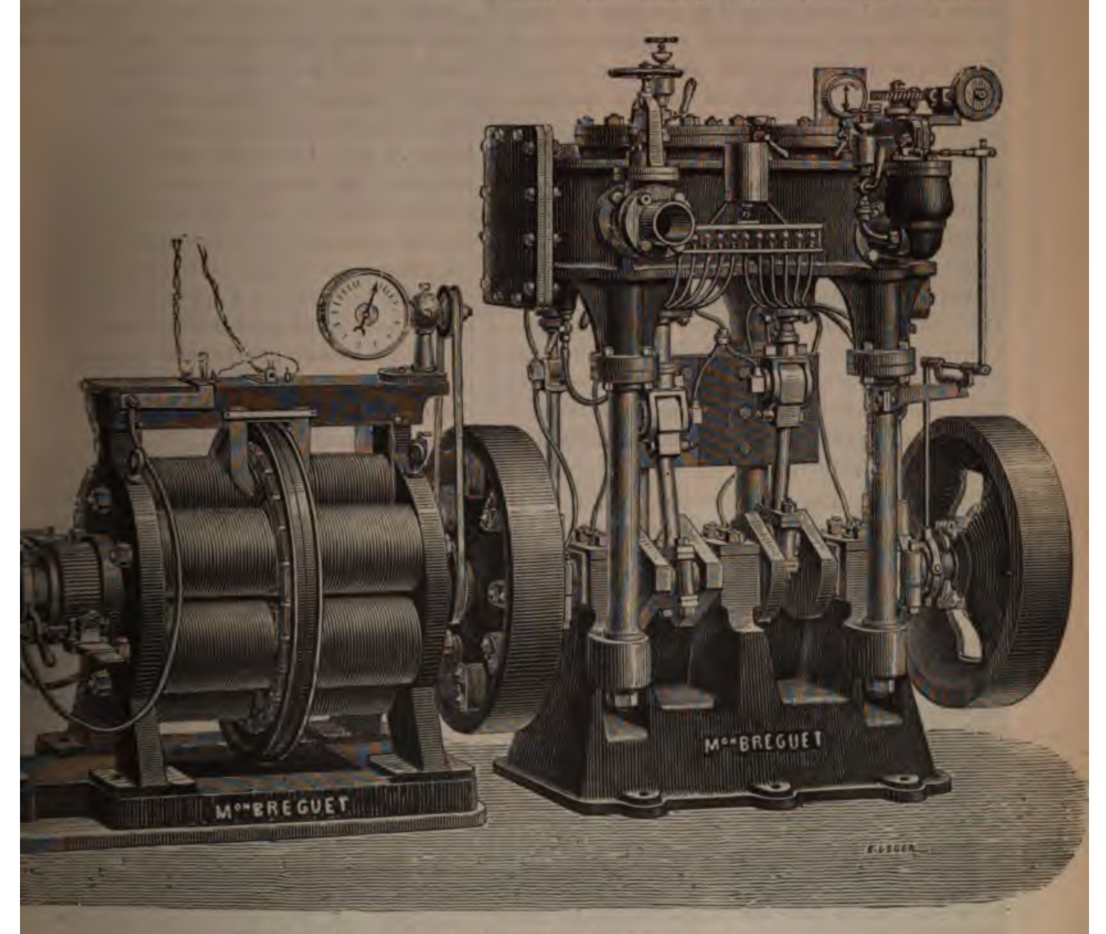


Fig. 254. — Dynamo Desroziers accouplée avec un moteur pilon.

rd, qui est formé essentiellement de plateaux réunis par des bagues en caout-. La figure 254 représente un de ces en-les.

Hoche est muni de deux tableaux de dis-ion, tous deux identiques et prêts à fonc-r à un moment quelconque. L'un d'eux a seulement en cas d'avarie au comparti-qui renferme l'autre. Chacun porte : un ètre Breguet sans aimant; 4 ampèremè-Carpentier avec fiches de court circuit; 17 commutateurs à quatre directions correspondant aux quatre dynamos; 17 coupe-circuit doubles principaux.

La canalisation est faite presque entièrement sous bois. Les caissons facilitent les recherches et les réparations en cas d'avarie.

L'éclairage extérieur comprend :

1° *Les Signaux :* lampes de 32 bougies fixées le long d'un galhauban qu'on hisse au moment voulu au haut d'un des grands mâts. Le courant, pour arriver aux lampes, passe par le ma-

nipulateur, appareil destiné à préparer, exécuter, lire et éteindre le signal.

2° *Les Feux* de route, position, mouillage, remorquage : lampes de 32 bougies, enfermées dans des fanaux réglementaires. Le courant qui alimente ces lampes passe par l'avertisseur, appareil qui prévient le bord de l'extinction anormale de l'un de ces feux.

3° *Les Réflecteurs*, destinés à éclairer vivement le pont pendant une manœuvre de nuit. Le *Hoche* a deux réflecteurs, composés chacun d'un foyer de 7 lampes de 50 bougies. Ces appareils peuvent être fixés en un point quelconque du pont principal.

Éclairage des canaux de navigation. — Un exemple intéressant nous est fourni par l'installation effectuée par la Compagnie du canal de Suez pour permettre la traversée du canal pendant la nuit (fig. 255). Après deux ans d'études, la Compagnie put, à la fin de l'année 1885, autoriser les bâtiments remplissant certaines conditions de navigabilité et d'éclairage électrique à naviguer de nuit entre Port-Saïd et le kilomètre 54. Un règlement relatif à la marche de nuit prescrivit les conditions nécessaires; voici les principales.

« Art. 1er. — A partir du 1er décembre 1885, et jusqu'à nouvel ordre, les bâtiments de guerre et les navires postaux pourront être autorisés à marcher de nuit dans le Canal entre Port-Saïd et le kilomètre 54 (mille 29,5) dans les mêmes conditions que celles établies pour la navigation de jour et en se soumettant aux dispositions ci-après :

Art. 2. — Les bâtiments de guerre et les navires postaux, qui auraient l'intention de transiter de nuit de Port-Saïd au kilomètre 54 et *vice versa*, devront avoir fait constater à Port-Saïd, à Ismaïlia ou à Port-Tewfik, par les agents de la Compagnie, qu'ils sont munis des appareils suivants :

1° A l'avant : Un projecteur électrique d'une portée de 1,200 mètres;

2° A l'arrière : Une lampe électrique capable d'éclairer un champ circulaire de 200 à 300 mètres de diamètre;

3° Sur chaque flanc une lampe électrique avec réflecteur. »

Dans le courant du mois d'avril 1886, plusieurs bateaux, convenablement disposés, ont transité de nuit de Port-Saïd à Ismaïlia avec un plein succès, et ont passé en seize à dix-huit heures d'une mer à l'autre, gagnant ainsi dix-huit à vingt heures sur le temps moyen nécessaire au trajet.

Pour fournir aux pilotes des points de repère qui leur permettent de maintenir le bâtiment dans l'axe du canal, on a disposé le long de celui-ci des signaux lumineux, consistant en feux et en bouées. En face de chacune des gares, c'est-à-dire à des distances de 5 à 6 milles, sont placés des feux de direction, blancs qui se voient de chaque côté jusqu'à une distance de 7 à 8 milles. De cette façon un navire arrivant à 1 mille de distance du feu le plus rapproché, aperçoit le feu suivant, sur lequel il prend dès lors sa direction. Ces feux de direction, formés d'une lampe à pétrole munie d'un appareil optique, sont portés par des pylones en fer, qui peuvent recevoir aussi des feux destinés aux signaux. Les bouées à gaz Pintsch sont des bouées ordinaires, chargées de gaz carburé et comprimé, et surmontées d'un appareil optique de Fresnel, dans lequel brûle ce gaz. Les feux sont rouges sur l'un des bords du chenal et verts sur l'autre. Nous n'insisterons pas sur ces appareils, qui n'ont rien de commun avec l'électricité.

Quant à l'éclairage électrique que doivent posséder les navires, d'après le règlement cité plus haut, la plupart des bâtiments postaux et des navires de guerre sont pourvus de projecteurs, ou d'une installation d'éclairage électrique intérieur, pouvant s'approprier facilement au passage du canal.

La Compagnie péninsulaire Orientale emploie un matériel affecté exclusivement à cet usage, et formé d'appareils amovibles, que le navire embarque à son arrivée à Port-Saïd ou à Suez et débarque avant de quitter Suez ou Port-Saïd. Ce matériel, construit par MM. Sautter, Lemonnier et Cie, comprend d'abord une dynamo Gramme à enroulement compound donnant 70 volts et 75 ampères dont 45 pour le projecteur d'avant, 14 pour le feu d'arrière et 8 pour chaque feu de côté. Un moteur Brotherhood commande directement cette dynamo. Le courant se divise en quatre dérivations, affectées chacune à l'un des foyers; les conducteurs sont enroulés sur des tambours, enfermés dans une caisse qu'on installe à bord avec les moteurs.

Le projecteur d'avant est du système Mangin; il a 0,40 m. de diamètre. Il se place à 3 mètres au-dessus du niveau de l'eau, sur un plancher mobile que l'on installe au devant de l'étrave; sur ce plancher se tient une personne en communication téléphonique avec le pilote et chargée de rapprocher à la main les charbons de l'arc voltaïque et de faire varier la direction du faisceau lorsque c'est nécessaire. Le feu d'arrière est formé d'une lampe électrique rustique enfermée dans une lanterne métallique, portant une disposition optique qui donne la divergence convenable; le tout es

que, n'étant pas due à une combustion, et n'ayant par suite aucun besoin d'oxygène, se prête parfaitement à l'exploration des profondeurs de la mer. La lampe sous-marine de M. Trouvé est une forte lampe à incandescence, enfermée dans un manchon en verre hermétiquement clos (fig. 256) et communi-



Fig. 256. — Lampe sous-marine.

quant par deux conducteurs avec une pile au bichromate placée dans l'embarcation qui porte les pompes destinées à envoyer de l'air respirable au plongeur.

Éclairage des champs de bataille et des opérations militaires. — Malgré quelques essais tentés en 1859 lors de la guerre d'Italie, on peut dire que les premières applications pratiques de l'éclairage électrique à l'art de la guerre datent du siège de Paris en 1870. Mais les moyens de produire la lumière (piles et machines de l'Alliance) et de la projeter au loin étaient alors hors de proportion avec la portée des engins d'artillerie, et d'ailleurs les attaques de vive force furent extrêmement rares. Depuis cette époque, on a perfectionné les premiers appareils et l'on possède aujourd'hui des dispositions capables de rendre de grands services en cas de guerre.

L'appareil électrique ordinairement em à la guerre est le projecteur. Le modè usage dans l'armée française est le proje Mangin (Voy. ce mot); mais cet apparei peut être installé à poste fixe dans ce cas, pour la défense des places et des doit souvent au contraire être rendu m Le projecteur est alimenté par une dy Gramme, à électro-aimants plats, qui donner 2 500 carcels, lorsqu'elle est coupl tension, et 4 500 quand elle est couple quantité. Cette dynamo peut être disposé un chariot en fer à quatre roues (fig. qui porte également un moteur Brothero une chaudière Field. Le projecteur, q 0,60 m. de diamètre, est monté sur un cha deux roues, qui porte aussi le câble con teur. Pour le service, le projecteur peut descendu et placé sur un socle léger en tr quatre hommes peuvent alors le transp facilement.

MM. Sautter, Lemonnier et Cie ont prése la Conférence internationale des Sociétés c cours aux blessés militaires, en 1884, un ap dans lequel tout le matériel nécessaire à ploration du champ de bataille est placé su seul chariot à quatre roues (fig. 258). Ce r riel se compose d'une chaudière Field, timb 6 kilogr., d'une dynamo Gramme pouvant ner une lumière de 60 carcels, commandé rectement par un moteur Brotherhood à cylindres, qui tourne aussi vite qu'elle, à vitesse de 900 tours par minute; cette d sition, sans aucun intermédiaire entre le teur et la machine dynamo, a l'avantage d extrêmement rustique, insensible aux inf ces atmosphériques, et de fonctionner aussi par les temps de pluie et de brume que p temps secs, sécurité que l'on ne saurait at dre avec une transmission par courroie; constitue de plus, sous un petit volume, u semble léger et puissant.

Un tachymètre indique à chaque insta vitesse de la machine, et établit pour le c feur un guide parfaitement sûr de l'allu l'appareil; devant cet ensemble de la mach vapeur et de la dynamo, se dresse l'appar projection, posé sur le chariot pour le trans il est, pour sa mise en œuvre, porté à d'homme sur le terrain à 50 ou 100 mètr l'appareil générateur d'électricité; on le sur un socle en treillis très léger, qu'un ho détache de l'avant de la voiture et emporte son bras jusqu'au poste choisi.

Le chariot porte encore à l'avant, enrou

ambour mobile, le câble à double conducteur loit être étendu sur le sol pour établir la con-ion entre la machine électrique et sa lampe.

Cet ensemble pèse 2,000 kilos; il peut être traîné par deux chevaux.

Des expériences fort intéressantes, instituées

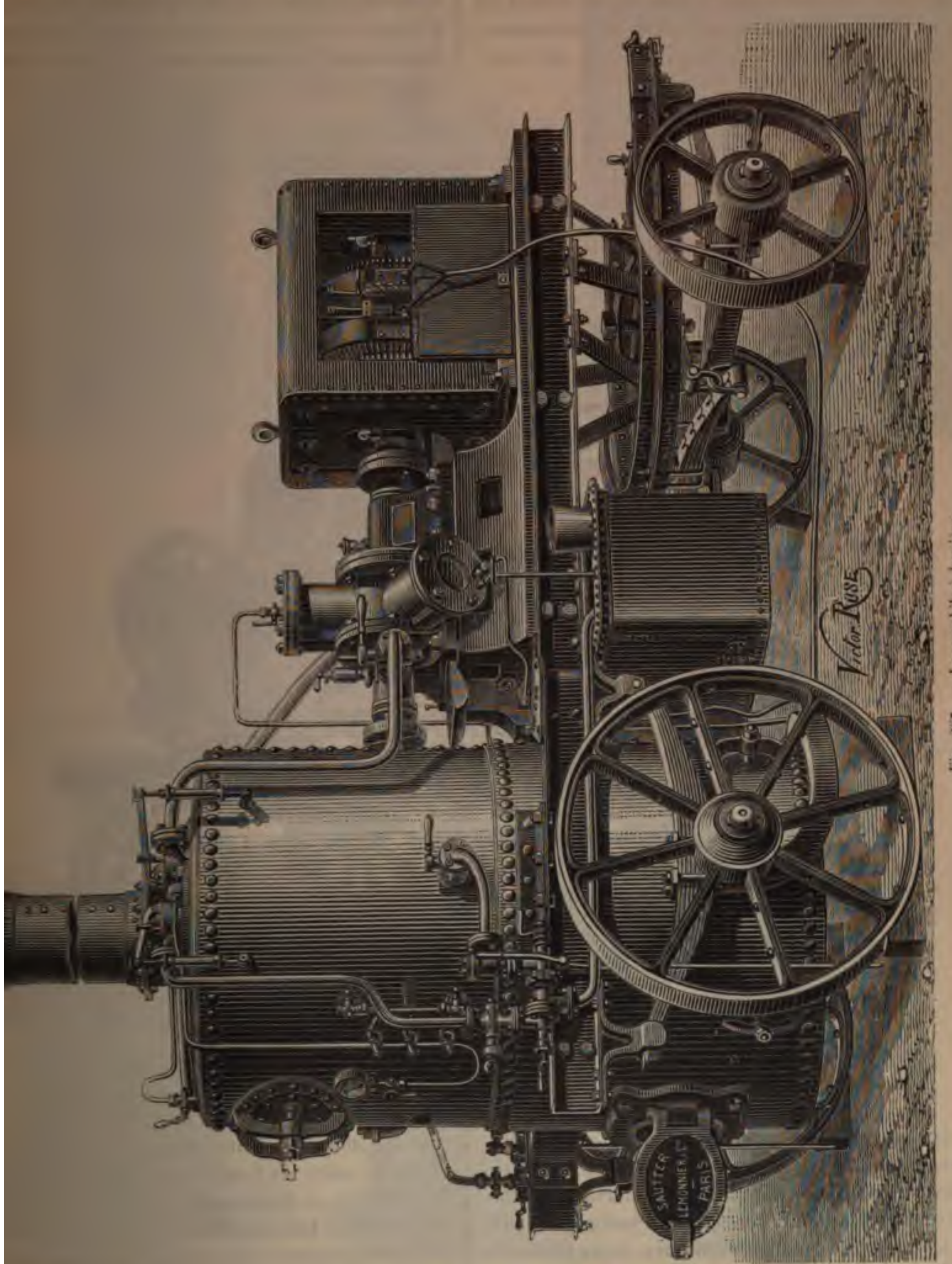


Fig. 237. — Locomobile à lumière.

herbourg et à Toulon, ont montré l'utilité de umière électrique pour la défense des côtes. 'oulon, on obtint une portée maximum de 0 mètres. En étalant le faisceau par un système divergent, on obtint, à 3,000 et 3,500 mètres un champ de plus de 200 mètres de longueur, suffisamment éclairé pour rendre faciles toutes les opérations de l'artillerie.

Éclairage des carrières, des mines et des milieux explosifs. — Dès 1863, les ardoisières d'Angers reçurent un éclairage électrique alimenté par des machines de l'Alliance; on remplaça ensuite ces machines par une dynamo Gramme, alimentant deux régulateurs Serrin, qui fonctionnent nuit et jour.

Pour les mines et les milieux explosifs, nombreux accidents ont montré l'insuffisa de la lampe Davy. La lumière électrique p sède seule dans ce cas l'avantage inestima d'écarter les risques d'explosion et d'incen On a essayé récemment en Angleterre d'éta dans les mines une installation complète d



Fig. 258. — Appareil pour l'éclairage des champs de bataille.

clairage par l'incandescence; mais ces tentatives ne sont encore qu'à l'état d'essai. Il existe un certain nombre de lampes électriques portatives destinées à cet usage. G. Planté, dès 1881, y avait adapté ses accumulateurs. Deux éléments placés dans des vases d'ébonite (on les a figurés en verre pour laisser voir l'intérieur) alimentent une petite lampe Swan qu'on peut entourer d'une toile métallique ou d'une éprouvette pleine d'eau, pour éviter les accidents en cas de rupture (fig. 259). Pour charger les accumul teurs, on serre les boutons CC' qui les associ en quantité, et l'on pousse les boutons BB' q appuient sur les ressorts *bb'* représentés à pa et communiquant avec les pôles du générate Pour allumer la lampe, on desserre ces bout et on serre DD'; le premier réunit les éléme en tension; le second établit la communicati avec la lampe.

M. Edison a imaginé aussi une lampe à inc

descence qui peut se suspendre aux parois des galeries. Dans le modèle de M. Swan (fig. 260), quatre accumulateurs, groupés dans un bloc de gutta-percha, peuvent fournir 1,3 bougie pendant 10 heures. Les éléments sont formés de cylindres en peroxyde de plomb. Ce modèle est très employé dans les mines d'Angleterre. Les lampes des inspecteurs portent en outre un in-

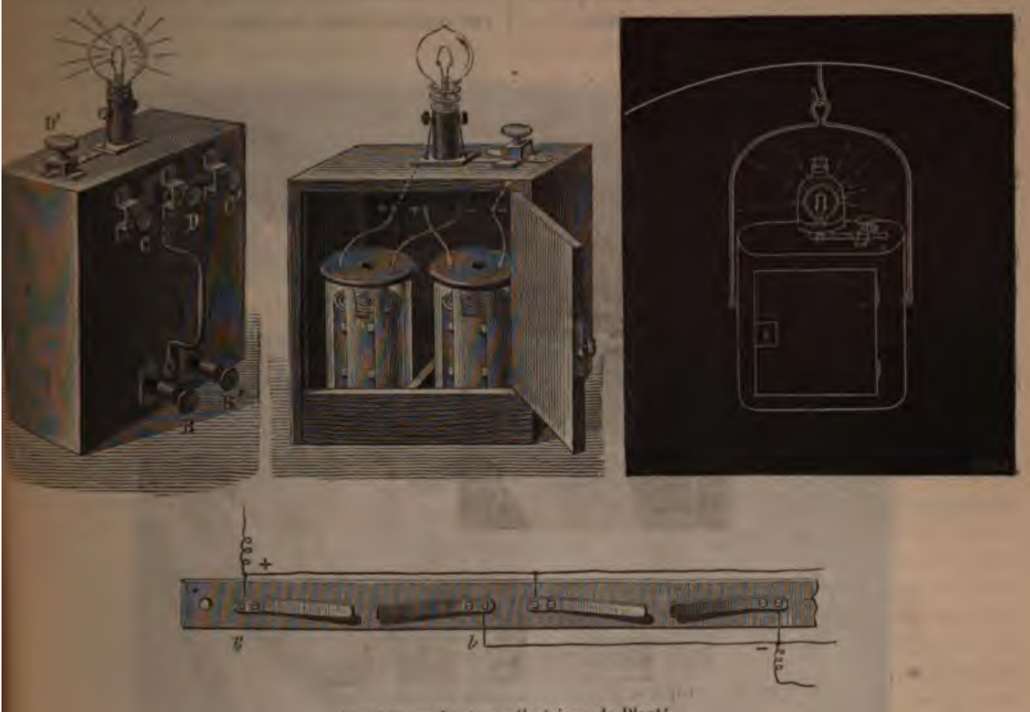


Fig. 259. — Lanterne électrique de Planté.



Fig. 260. — Lampe Swan pour mineur avec son accumulateur.



Fig. 261. — Lampe pour mineur (Woodhouse et Rawson).

dicateur de grisou, fondé sur la réduction de volume que subit en se combinant un mélange d'air et de grisou. On laisse pénétrer le gaz dans un petit tube, qu'on ferme par un robinet et

qui contient un petit fil de platine, qu'on fait rougir ensuite par le courant. Un liquide coloré vient combler le vide, et son niveau indique la proportion de grisou contenue dans l'air.

La lampe de MM. Woodhouse et Rawson encore alimentée par un accumulateur, pl dans une boîte en chêne (fig. 261), et peut écl rer pendant seize heures.

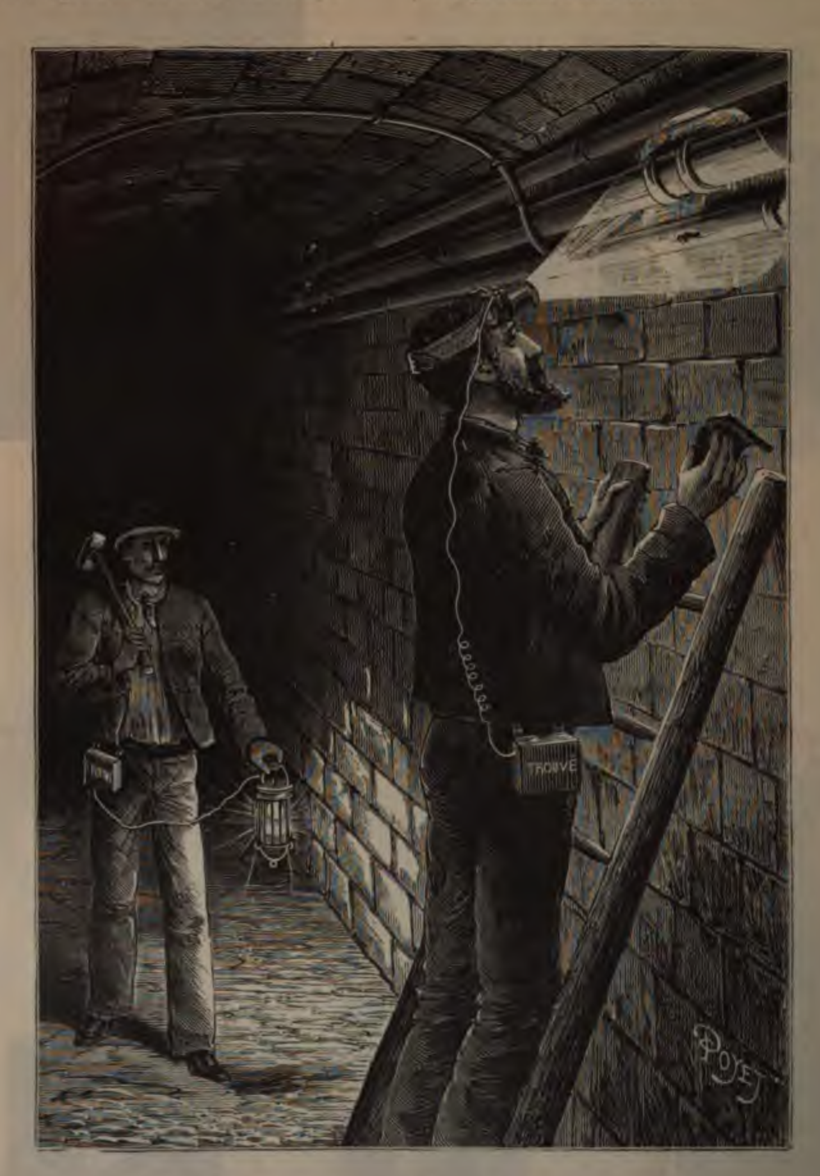


Fig. 262. — Lampe électrique pour pénétrer dans les milieux explosifs.

MM. Schanschieff, Walker, Pitkin, Waughson, etc., ont construit des lampes analogues alimentées par des piles.

M. Trouvé a imaginé plusieurs lampes portatives (Voy. ce mot) qui peuvent servir pour les mines. Citons notamment le *photophore*, que nous décrivons plus loin, et qui est alimenté par une petite pile portée en sautoir. Il peut être ten la main ou se fixer sur le front (fig. 262). Ce p instrument est employé à l'Observatoire Paris pour relever la nuit les indications instruments, sur les navires de guerre pour usage analogue, par la Compagnie du gaz p visiter les gazomètres, etc. Il peut servir

même à pénétrer dans tous les lieux qui peuvent renfermer un mélange explosif.

Nous indiquerons enfin des dispositions électriques destinées à assurer la fermeture absolue de la petite lampe de Davy, employée ordinairement dans les mines. En 1874, M. Villiers avait imaginé l'emploi d'un verrou solidaire d'une armature de fer doux en forme de fer à cheval. La lampe ne pouvait s'ouvrir qu'avec un aimant; on la plaçait pour cela sur un électro-aimant excité par une machine magnéto-électrique de Gramme.

M. Raffard a rendu la manœuvre beaucoup plus rapide en se servant d'un aimant ordinaire. Un ouvrier peut alors ouvrir facilement 30 lampes par minute, au lieu de 3 ou 4.

ÉCRAN ÉLECTRIQUE. — Il résulte de la manière dont se distribue l'électricité à la surface d'un conducteur qu'il n'y a à l'intérieur ni électricité ni action électrique; l'électricité, répandue uniquement sur la surface extérieure, forme une couche en équilibre, sans action sur les points intérieurs. Un corps placé à l'intérieur d'un conducteur est donc entouré d'une sorte d'écran qui le soustrait à toute action extérieure. C'est pour cette raison qu'on entoure les galvanomètres et les électromètres de cages métalliques.

On donne aussi quelquefois le nom d'écran aux diaphragmes qui entourent le noyau de fer doux des bobines d'induction médicales et servent à graduer l'intensité du courant.

ÉCRAN MAGNÉTIQUE. — Les actions magnétiques s'exercent à travers tous les corps; elles sont arrêtées seulement par le fer doux, lorsqu'il a une épaisseur suffisante. Le galvanomètre marin de Thomson est protégé contre le magnétisme terrestre et l'action des pièces de fer du navire par une cage de fer doux épais.

ÉCRITURE ÉLECTRIQUE. — Voy. Plume électrique.

ÉCRITURE MAGIQUE. — A l'aide d'un pôle d'aimant, on trace des caractères sur une plaque d'acier trempé. Il suffit de saupoudrer ensuite la plaque de limaille de fer pour voir apparaître les caractères, la limaille s'attachant aux points aimantés par le contact du pôle. On rend les caractères plus apparents en étamant la plaque ou la recouvrant d'une feuille de papier.

EFFET JOULE. — On désigne ainsi quelquefois l'échauffement des conducteurs par un courant (Voy. Échauffement).

EFFET PELTIER. — Effet qui se produit au point de contact ou à la soudure de deux métaux différents, lorsqu'on y fait passer un courant. Si l'intensité du courant est I et qu'il se produise une différence de potentiel ε entre les deux métaux, il y a production d'une quantité de chaleur $+\varepsilon I$, si le courant est dirigé dans le sens de la chute de potentiel, et une absorption $-\varepsilon I$, si le courant est en sens contraire. Par suite, si l'on mesure la chaleur dégagée entre deux points A et B, situés de chaque côté de la soudure, et comprenant une résistance r, la chaleur dégagée est dans le premier cas

$$I^2r + \varepsilon I$$

et dans le second

$$I^2r - \varepsilon I.$$

Pour rendre sensible l'effet Peltier, il faut donc diminuer l'effet Joule I^2r, c'est-à-dire employer une intensité très faible. On montre facilement l'effet Peltier de la manière suivante. Quand le courant passe du fer au cuivre, il y a dégagement de chaleur. Si donc on soude un fil de fer entre deux fils de cuivre, et qu'on entoure la première soudure d'eau liquide à 0°, la seconde de glace à la même température, le passage d'un faible courant produit autant de glace autour de la première soudure qu'il en fond autour de la seconde.

EFFET THOMSON. — Un courant, traversant un conducteur métallique dont tous les points ne sont pas à la même température, transporte de la chaleur dans un sens variable. Cela résulte de ce que, même à l'état d'équilibre électrique, les divers points ne sont pas au même potentiel. Ainsi, si l'on fait passer un courant un peu intense dans une barre métallique homogène dont les deux extrémités sont maintenues à 0° et le milieu à 100°, les températures devraient décroître symétriquement de chaque côté à partir du milieu. En réalité le plomb est le seul métal pour lequel il en soit ainsi : pour l'argent, l'antimoine, le cuivre, le zinc, le cadmium, la température est plus élevée en chaque point de la seconde moitié qu'au point correspondant de la première, parce que, dans ces métaux, le potentiel allant en croissant avec la température, il y a absorption de chaleur dans la première moitié et dégagement dans la seconde. Ces métaux sont dits positifs. On appelle négatifs ceux pour lesquels le potentiel varie en sens inverse de la température et par conséquent la température est plus basse en chaque point de la seconde moitié : tels sont le platine, l'aluminium, l'étain, le bismuth. Le plomb est neutre. Pour les métaux positifs, il y a transport de chaleur dans le sens du courant, pour les métaux négatifs en sens contraire.

EFFETS CHIMIQUES, PHYSIQUES ET PHYSIOLOGIQUES. — Voy. ÉLECTRICITÉ.

EFFLUVE. — Décharge électrique invisible ou peu lumineuse qui se produit entre deux lames de verre placées en regard et portant sur leurs faces extérieures des feuilles d'étain communiquant avec les deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff ou d'une machine électrique. L'effluve produit beaucoup plus d'ozone que l'étincelle : aussi est-elle utilisée dans les appareils à ozone de M. Berthelot, de M. Houzeau, etc.

EFFLUVOGRAPHIE. — Production de l'image photographique dans l'obscurité par l'effluve électrique. Expériences de M. Baudet de Paris et de M. Tommasi.

ÉGALISEUR DE POTENTIEL. — Appareil servant à faire prendre à un conducteur le même potentiel qu'à un point déterminé de l'atmosphère.

On peut employer une petite boule isolée qu'on place au point considéré en la mettant un instant en communication avec le sol par un fil fin. Si V est le potentiel en ce point, la sphère prend une charge q, telle que le potentiel soit nul en un point intérieur quelconque, par exemple au centre. Si r est son rayon, on aura donc

$$V - \frac{q}{r} = 0.$$

On détermine alors la charge q et l'on en déduit V.

Il est plus simple de placer au point considéré une pointe formant l'extrémité d'un conducteur isolé. Si la pointe était parfaite, il n'y aurait équilibre que lorsque la pointe et le conducteur auraient pris le potentiel de l'air en contact avec la pointe. Les meilleures pointes sont une flamme ou un écoulement d'eau (Voy. COLLECTEUR).

ÉLECTRICITÉ. — Mot tiré du grec ἤλεκτρον (ambre jaune) première substance sur laquelle les anciens observèrent la propriété électrique, c'est-à-dire la propriété de pouvoir, après avoir été frotté, attirer les corps légers.

On désigne aujourd'hui sous le nom d'*électricité* un agent impondérable, de nature inconnue, capable de communiquer aux corps qui en sont chargés un certain nombre de propriétés très diverses. On donne le même nom à la partie de la physique qui étudie les effets de cet agent.

Les phénomènes présentés par les corps soumis à cet agent peuvent être divisés en deux parties : ceux qui se produisent lorsqu'ils ont atteint un état d'équilibre électrique, et ceux qui prennent naissance pendant la période pl
moins longue qui sépare deux états d'équil
La première partie est l'*électricité statique*,
conde l'*électricité dynamique*. En réalité,
division n'est pas rigoureusement observ
l'on place d'ordinaire dans la première p
les effets dus aux machines électrostati
dans la seconde ceux qui sont dus aux pil

Hypothèses sur la nature de l'électrici
Deux théories, imaginées au siècle der
vers la même époque, ont survécu jusq
Symmer expliquait les phénomènes électr
par l'existence de deux fluides existant en q
tités égales et illimitées sur les corps neu
trisés ou à l'*état neutre*. Cette théorie, se pr
facilement aux explications élémentaires
encore employée quelquefois. De là vien
les mots *électricité positive*, *électricité nég*
encore en usage aujourd'hui. Franklin ad
tait au contraire un seul fluide, répandu
quantité normale sur les corps neutres
excès de ce fluide produisait une électris
positive, une diminution de fluide se tradu
par une charge négative.

Les idées qui ont cours actuellement da
science tendent à faire restreindre autant
possible le nombre de ces fluides, qu'on c
si facilement autrefois.

Les relations déjà observées entre l'électr
et la lumière font penser que les phénom
électriques seraient probablement des ma
tations des propriétés de l'*éther*, fluide au
on attribue déjà la production des vibra
lumineuses et calorifiques.

A l'appui de cette hypothèse, M. Hertz a p
en 1889, d'intéressantes expériences que
essayerons de résumer. Désirant vérifier
phénomènes électriques ne seraient pas
des radiations d'une grande longueur d'
il a réalisé des oscillations électriques trè
pides, à l'aide d'une bobine de Ruhmkorff
muniquant avec un excitateur terminé par
petites sphères en laiton. Il se produit
dans tout le milieu environnant des m
ments complexes participant à la fois d
tions électrostatiques et électromagnéti
que M. Hertz a mis en évidence à l'aide
résonnateur électrique, formé d'un circuit
laire presque fermé, terminé par deux b
de laiton très voisines. Placé dans le c
électrique, même à 20 ou 25 mètres de la b
ce résonnateur donne des étincelles. M.
a constaté que les rayons électriques ain
tenus peuvent être polarisés, réfléchis,
sés, etc., comme les rayons cal

Pour moi, dit-il, les faits observés ent mettre hors de doute l'identité de , de la chaleur rayonnante et des ts électrodynamiques. »

attractions et des répulsions élec- Voy. ACTIONS ÉLECTRIQUES.

ion de l'électricité. — L'électricité produite par différents procédés que s passer rapidement en revue.

icité de contact. — Volta a découvert ple contact de deux corps, sans ac-ique, suffit pour produire de l'élec- donné sous la forme suivante le ré-es observations.

ontacts. — *Le contact de deux corps quelconques, à la même température, ces deux corps une différence de po-ne dépend que de leur nature, mais nul-eur forme, de leurs dimensions, de l'éten-rfaces de contact, ni de la valeur absolue l sur chacun d'eux.*

fférence de potentiel est souvent ap- *électromotrice de contact.*

contacts successifs ou loi des tensions. ait une chaîne continue avec un cer-re de métaux, *la différence de poten-aux extrêmes est la même que s'ils étaient t en contact.*

i, découverte par Volta, est une con-du principe de la conservation de l'é- effet, soient des métaux A, B, C... N et par A | B la force électromotrice de A avec B; d'après ce principe

$$|+B|C+\ldots\ldots+M|N=A|N.$$

erme la chaîne, on voit que

$$+B|C+\ldots\ldots+M|N+N|A=0.$$

e de potentiel étant la même de cha-lu métal N, il n'y a de courant ni dans i dans l'autre.

e peut en être autrement, car, s'il y ourant, il serait produit sans rien dé- qui serait contraire au principe de la ion de l'énergie.

remarqué que certains corps, tels quides, ne suivent pas cette loi. Aussi un courant en intercalant des li-ns la chaîne précédente.

tte remarque qui lui a permis de cons-pile. Mais, bien que la production de é par contact soit hors de doute, on généralement l'action chimique tant la source même de l'électricité. s, le rôle de l'électricité de contact dans la pile n'est pas suffisamment éclairci. Plusieurs physisiens, notamment MM. Ayrton et Perry, et M. Pellat, ont étudié récemment l'électricité de contact.

2° *Électricité produite par le frottement, la pression, etc.* — Toutes les circonstances qui rendent le contact meilleur favorisent la production de l'électricité. Si l'on frotte l'un sur l'autre deux corps isolés, ils prennent des charges égales et contraires. Si l'un des corps communique avec le sol, il lui cède son électricité. Tous les corps, même les liquides et les gaz, s'électrisent par frottement. On peut même électriser deux morceaux d'un même corps en les frottant l'un sur l'autre, pourvu qu'ils présentent une certaine dissymétrie.

Deux corps pressés l'un contre l'autre prennent également des électricités contraires. La plupart des cristaux s'électrisent quand on les presse dans la main, et conservent longtemps cette électricité. Toutes les actions mécaniques qui tendent à ébranler les molécules des corps peuvent donner de l'électricité : ainsi le clivage des cristaux.

3° *Électricité produite par les actions chimiques.* — Les actions chimiques sont généralement accompagnées d'un dégagement d'électricité. Au contact d'un liquide et d'un métal attaqué par lui se produit toujours une différence de potentiel constante, qui ne dépend que de la nature des deux corps. C'est à cette cause que la plupart des électriciens attribuent la production de l'électricité dans les piles.

4° *Électricité produite par la chaleur.* — Voy. THERMO-ÉLECTRICITÉ et PYRO-ÉLECTRICITÉ.

5° *Électricité produite par les actions mécaniques.* On peut produire de l'électricité en déplaçant un circuit fermé dans le voisinage d'un courant ou d'un aimant (voy. INDUCTION). C'est le principe des machines d'induction.

6° *Électricité produite par les êtres vivants.* — Le corps des animaux est le siège d'actions chimiques continuelles, qui doivent produire sans cesse de l'électricité. Galvani en a obtenu en mettant en contact direct les muscles et les nerfs d'une patte de grenouille. M. Du Bois-Reymond en a trouvé dans le corps humain.

Citons enfin les poissons électriques, dont les propriétés sont bien connues (Voy. ÉLECTROGÈNE).

Effets de l'électricité. — Ils sont extrêmement nombreux et, en réalité, leur description remplit tout cet ouvrage. On peut les diviser en effets physiques, chimiques et physiologiques.

Effets physiques. — Les effets physiques de

l'électricité comprennent : 1° des phénomènes mécaniques qui seront décrits à leur place (Voy. Électrodynamique, Électromagnétisme, etc.); 2° des phénomènes calorifiques et lumineux (Voy. Échauffement, Lumière, Décharge, etc.).

Effets chimiques. — 1° *Des courants* (Voy. Électrolyse).

2° *Des décharges.* — Les décharges électriques produisent des combinaisons et des décompositions chimiques. Une étincelle provoque dans l'eudiomètre ou dans le pistolet de Volta la combinaison d'un mélange détonant (oxygène et hydrogène, etc.). Une succession d'étincelles décompose en leurs éléments le gaz ammoniac, le cyanogène, l'acide chlorhydrique, etc.

Les aigrettes ou effluves électriques transforment l'oxygène en ozone.

Effets physiologiques. — Voy. Électro-physiologie.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — L'atmosphère contient de l'électricité, non seulement pendant les orages, mais aussi lorsque le ciel est pur. C'est l'étude des orages qui attira tout d'abord l'attention, et l'on avait remarqué depuis bien longtemps les analogies qui existent entre les effets de la foudre et ceux de l'électricité, lorsque Franklin chercha le premier (1752) à vérifier l'identité présumée de ces deux agents en recueillant l'électricité des nuages orageux.

Électricité par un ciel serein. — On peut déterminer le potentiel en un point de l'air en plaçant en ce point un *égaliseur de potentiel* (Voy. ce mot). On se sert le plus souvent d'un collecteur à gouttes d'eau porté par des pieds isolants, et relié avec l'aiguille d'un électromè-

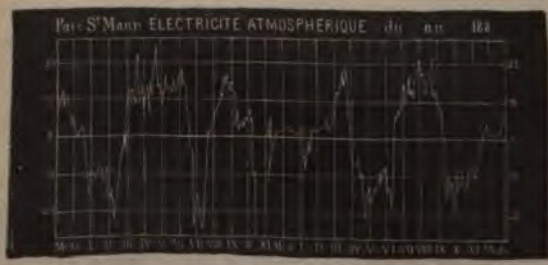


Fig. 263. — Variations de l'électricité atmosphérique.

tre enregistreur (Voy. Électromètre). La déviation des aiguilles mesure le potentiel au point où la veine liquide se sépare en gouttelettes.

Par un temps serein, le potentiel de l'air est toujours positif et augmente à peu près proportionnellement à la distance au-dessus du sol. Les résultats sont du reste très variables un lieu découvert, cette variation est gén ment comprise entre 10 et 1000 volts par r quelquefois elle est beaucoup plus gran un même lieu, il se produit parfois des tions considérables et très rapides. La figu qui donne un exemple des indications er trées au parc Saint-Maur en vingt-quatre h montre ces variations brusques.

Dans un lieu découvert les surfaces de sont des plans horizontaux équidistants. sol irrégulier, les surfaces les plus voisi suivent les contours, en se rapprochant l des autres au-dessus des aspérités, et d plus que celles-ci sont plus élevées et plus tues : ainsi, autour d'une maison, elle d'abord verticales, puis suivent la forme d

Tout se passe donc comme si la terr chargée d'une couche d'électricité néga équilibre.

Il arrive cependant, surtout par la pl même quelquefois par un temps serei l'air est négatif et le sol positif.

L'étude du potentiel dans le voisinage ne nous permet pas de déterminer quell situation des masses agissantes, et si l'éle tion du sol est due à une charge propre l'influence de l'air électrisé positivement. périence semble montrer que c'est l'air électrisé : les changements de potentiel point seraient dus alors au déplacemen masses d'air électrisées.

Électrisation des nuages. — Franklin a n le premier que les orages sont dus à de nomènes électriques, en lançant vers le ges un cerf-volant muni d'une pointe m que et porté par une corde de chan pluie ayant rendu la corde plus co trice, on put en tirer des étincelles. périence fut répétée en France p Romas, en enroulant un fil de cuiv tour de la corde. D'un autre côté, Da ayant placé sur une maison, à Ma Ville, une pointe métallique, put tir étincelles du conducteur placé au b cette pointe.

Franklin remarqua que les nuage geux sont tantôt positifs, tantôt né Les nuages positifs empruntent s leur électricité à l'air ambiant. Quant au ges négatifs, on ne voit guère d'où peut nir leur charge, si ce n'est quelquefois d'u tact avec le sol.

On ne sait pas non plus si les nuage seulement électrisés à la surface ou s'il

nt un certain nombre de masses électri-
solées.
. Éclair, Tonnerre, Aurore boréale.
ine de l'électricité atmosphérique. — Nous
ns actuellement l'origine de l'électricité
phérique. On l'a attribuée à l'évaporation
u, la vapeur se chargeant positivement,
t par suite le sol négativement. Mais la
st généralement négative, ce qui est con-
à cette hypothèse; de plus, les expérien-
treprises pour la vérifier n'ont donné au-
sultat satisfaisant. On a attribué aussi
ricité atmosphérique à des courants d'in-
n produits par la rotation de la terre dans
ches supérieures de l'atmosphère.
le de l'électricité atmosphérique. — On em-
autrefois pour l'étude de l'électricité at-
érique un électroscope à feuilles d'or
nté d'une tige terminée en pointe. On
ie aujourd'hui un électromètre enregis-
Voy. ce mot).

CTRICITÉ DISSIMULÉE. — On désignait
es charges relativement très grandes si-
sur les deux faces en regard des arma-
des condensateurs, pour exprimer que la
nte des actions sur un point extérieur
même que si ces couches n'existaient pas,
le collecteur eût seulement la charge
rendrait s'il était seul. Cette expression
s de sens, car si l'on considère un point
sé placé entre les deux plateaux, leurs
s sont de même sens et s'ajoutent.

CTRICITÉ DYNAMIQUE. — Étude des
nts et de leurs effets (Voy. Électricité).

CTRICITÉ MÉDICALE. — On désigne sous
n l'ensemble des applications, déjà nom-
s, de l'électricité à la médecine et à la
gie. Quelques tentatives effectuées au siè-
rnier furent bientôt abandonnées; c'est
nent à notre époque que l'on obtint des
ats sérieux.
ectricité peut être employée à l'électrisa-
lirecte des malades, ou seulement à pro-
la chaleur, la lumière, le mouvement né-
res pour certaines opérations ou même
le diagnostic. Les appareils servant à la
ère application seront décrits aux mots
, Machine électrique, Machine d'induction,
s autres aux mots Galvanocaustique, Ex-
eur, Sonde, Stéthoscope, Myophone, etc.
nous placerons aux mots Électricité,
ophysiologie, et Électrothérapie les no-
générales sur la production d'électricité
es êtres vivants et l'application de l'élec-
à la thérapeutique.

ÉLECTRICITÉ POSITIVE ET NÉGATIVE. — Voy. Électricité.

ÉLECTRICITÉ SOLAIRE. — W. Siemens explique le magnétisme terrestre et la plupart des phénomènes de l'électricité atmosphérique par l'hypothèse d'une couche d'électricité solaire.

ÉLECTRICITÉ STATIQUE. — Étude des propriétés des corps en état d'équilibre électrique (Voy. Électricité).

ÉLECTRIQUE. — Qui a rapport à l'électricité.

Électrique (Propriété). — Propriété des corps qui s'électrisent par le frottement, ou qui acquièrent par le frottement la faculté d'attirer les corps légers.

ÉLECTRISATION. — Action d'électriser un corps. Se dit aussi de l'état d'un corps électrisé. On trouvera au mot Électricité les différentes manières d'électriser un corps.

Électrisation par influence. — Voy. Influence.

ÉLECTRISATION (terme médical). — Traitement qui consiste à soumettre le malade à l'action d'une source d'électricité. On nomme quelquefois *franklinisation* le traitement par l'électricité statique. On appelle *galvanisation* le traitement par les courants continus, et *faradisation* le traitement par les courants d'induction. Duchenne (de Boulogne) a donné le nom *d'électrisation localisée* aux procédés qu'il a indiqués pour électriser individuellement les divers organes. Il appliquait surtout ce terme à la faradisation, voulant indiquer par là que l'électrisation par les machines électrostatiques et par les piles ne pouvait produire qu'une action générale. Cette distinction n'est pas absolument justifiée (Voy. Électrothérapie).

ÉLECTRISÉ. — Chargé d'électricité.

ÉLECTRISER. — Charger d'électricité.

ÉLECTRISEUR AUTOMATIQUE. — Nous donnerons ce nom aux appareils placés depuis quelque temps dans les rues de Paris, et qui permettent de se donner des secousses moyennant 10 centimes.

On voit sortir d'une colonne de fer deux fortes poignées en cuivre arrêtées par une clef cachée, que l'on fait tomber en abandonnant à elle-même une pièce de 10 centimes dans une fente de grandeur convenable. En tirant alors sur les deux poignées, qui sont encore maintenues en place par deux ressorts antagonistes, on les amène à une distance plus ou moins grande de leur stationnement, suivant l'effort auquel on les soumet. Pendant tout le temps

que l'on exerce cette traction, on reçoit des secousses dont l'énergie est proportionnée à l'effort qu'on développe. Aussitôt qu'on les abandonne, les poignées rentrent dans l'intérieur et reprennent leur fonction primitive. En même temps la bobine d'induction cesse d'agir. Si l'on veut recevoir une nouvelle secousse, il faut laisser tomber une seconde pièce de 10 centimes dans la fente.

ÉLECTRO. — Abréviation pour ÉLECTRO-AIMANT.

ÉLECTRO-ACCROCHEUR. — Organe du manipulateur du télégraphe multiple de Baudot qui maintient les touches abaissées pendant que le frotteur parcourt les contacts du distributeur.

ÉLECTRO-ACOUMÈTRE. — Appareil imaginé récemment par le Dr Cheval pour mesurer l'acuité auditive de manière à rendre toute fraude impossible.

Sur une règle sont placées trois bobines plates : celle du milieu, qui est fixe, communique avec une pile et un microphone ; les deux autres, qui sont mobiles, sont reliées avec deux téléphones qu'on place devant les deux oreilles du sujet. Lorsqu'on produit un bruit déterminé devant le microphone, on peut, selon l'acuité auditive, éloigner plus ou moins les bobines induites, sans que le sujet cesse de percevoir ce bruit. La distance maxima ainsi obtenue peut servir à mesurer l'acuité auditive. Un commutateur permet d'isoler à volonté l'une ou l'autre des bobines induites, pour éviter les fraudes.

L'instrument peut servir aussi à comparer les différents systèmes de téléphones et de microphones.

ÉLECTRO-AIGUILLEUR. — Organe du télégraphe Baudot.

ÉLECTRO-AIMANT. — Noyau d'une substance magnétique entouré d'un fil conducteur isolé enroulé en spirale. Le plus souvent le noyau est en fer doux, et le fil est enroulé de manière à produire, lorsque le courant passe, des pôles de noms contraires aux deux bouts; lorsqu'on interrompt le courant, le fer doux perd immédiatement son aimantation. Le noyau peut recevoir différentes formes : il est parfois rectiligne, mais le plus souvent en forme de fer à cheval, de sorte que, les deux pôles se trouvant rapprochés, leurs attractions s'ajoutent; on supprime alors le fil sur la partie courbe (fig. 264). On obtient le même avantage en employant deux noyaux parallèles, entourés de fils, et réunis par une *culasse* rectiligne; cette forme équivaut absolument à la précédente. Dans les deux cas le fil est disposé sur les deux branches co[mme] si l'électro avait été recourbé après l'enr[oule]ment; pour un observateur placé devant les [deux] pôles, l'enroulement est donc en sens cont[raire] sur les deux noyaux. On a, d'après la règle d'[Am-]



Fig. 264. — Électro-aimant.

père, un pôle nord à la gauche du couran[t], pôle sud à l'autre bout. Le plus souvent, on pose devant les pôles une *armature* de fer d[oux] qui s'aimante par influence et est attirée [dès] que le courant passe. Les électro-aimants [pré]sentent sur les aimants permanents le d[ouble] avantage d'avoir, à poids égal, une force [por]tante beaucoup plus considérable, et surto[ut de] pouvoir s'aimanter et se désaimanter inst[anta]nément. C'est là le principe d'une foule [d'ap]plications importantes : sonneries, tél[égra]phes, etc.

La force portante d'un électro-aimant n[e dé]pend pas de la longueur des branches ; elle [aug]mente proportionnellement au diamètr[e du] cylindre enveloppé par le fil. On emplo[ie un] fil assez gros pour les effets dynamiques, [et un] fil fin pour transmettre à distance une a[ction] peu intense. La puissance magnétique p[araît] être proportionnelle au nombre des spir[es du] fil, au moins jusqu'à une certaine limite.

Électro-aimant boiteux. — On appelle ain[si un] électro-aimant à culasse, dont une branche [seu]lement est entourée de fil, l'autre étant [nue.] L'effet est le même que si le fil de la b[obine] unique était réparti autour des deux noya[ux.]

Électro-aimant de Hughes. — Électro-ai[mant] en fer à cheval dont le noyau, qui est en a[cier,] a reçu d'avance une aimantation perman[ente;] le fil est enroulé de manière à lui comm[uni]quer une aimantation de sens contraire. [Il en] résulte que, lorsqu'on lance le courant da[ns le] sens convenable, l'appareil se désaimant[e au] moins en partie. Si l'électro est muni [d'une] armature, elle est attirée à l'état normal, e[t s'é]carte sous l'influence d'un ressort antago[niste] lorsqu'on fait passer le courant. Ces app[areils]

employés notamment dans les électro-sémaphores de Lartigue (Voy. BLOCK-SYSTEM).

ectro-aimant de Ruhmkorff. — Électro-aimant servant à étudier les corps magnétiques diamagnétiques (Voy. MAGNÉTIQUE). Les deux ines ont leurs pôles en regard et leurs axes la même ligne droite ; elles sont portées par châssis en fer doux, qui permet de les fixer ne distance variable.

ectro-aimant extracteur de Trouvé. — Voy. LORATEUR.

ectro-aimant vapeur. — Appareil imaginé par Tommasi et formé d'un noyau de fer doux, our duquel s'enroule un tube creux et assez de cuivre sans soudure. Si l'on fait passer s ce tube un courant de vapeur à la pression 4 ou 5 atmosphères, le fer doux reste aimanté pendant toute la durée de ce courant.

LECTRO-CAPILLAIRES (PHÉNOMÈNES). — Lippmann a mis en évidence en 1873 les relations qui existent entre les phénomènes électriques et capillaires (fig. 265). Considérons un

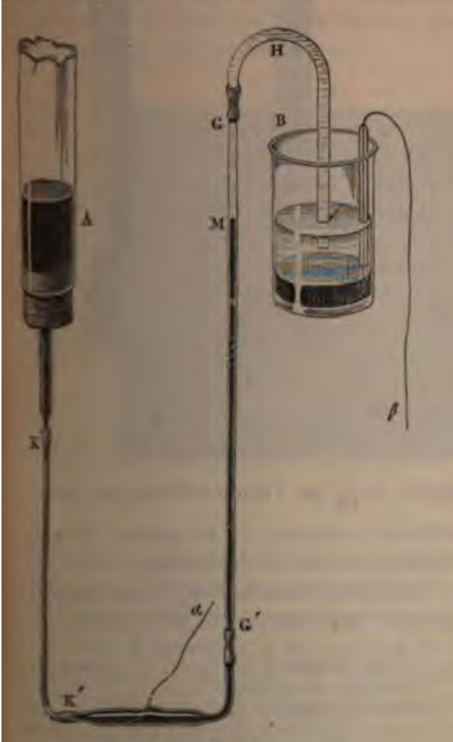


Fig. 265. — Phénomènes électro-capillaires.

se A prolongé par un tube de verre et contenant du mercure, qui se termine en M par un ménisque convexe un peu moins élevé que le niveau A (dépression capillaire) ; la vase B renferme une autre masse de mercure surmontée d'eau acidulée, et le même liquide remplit complètement le tube GH jusqu'à la surface M du mercure. Si l'on réunit ensemble les fils α et β, qui plongent dans les masses de mercure A et B, le ménisque M prend une position d'équilibre parfaitement fixe. Mais, si l'on fait communiquer α avec le pôle négatif d'un élément Daniell, et β avec le pôle positif, la surface M s'abaisse brusquement et prend une nouvelle position d'équilibre telle que la dépression capillaire, corrigée de la pression de l'acide, ait augmenté de 0,35 de sa valeur. Voici l'explication de ce fait : il existait d'abord en M au contact du mercure et de l'eau acidulée la différence normale de potentiel qui correspond à ces deux substances. En faisant communiquer les deux liquides avec l'élément Daniell, la force électro-motrice de polarisation s'est ajoutée à la différence initiale. La tension superficielle se trouve modifiée, et par suite la dépression capillaire doit varier jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli entre les forces qui agissent sur le système. Le travail produit par ces forces dans le déplacement du ménisque correspond exactement à la variation d'énergie électrique. C'est là le principe de l'*électromètre capillaire* de M. Lippmann.

ÉLECTRO-CAUSTIQUE. — Voy. GALVANOCAUSTIQUE.

ÉLECTROCHIMIE. — On désigne sous le nom d'*électrochimie* l'ensemble des procédés galvaniques qui servent à recouvrir la surface des corps d'un dépôt adhérent, assez mince pour ne pas altérer la forme et masquer les détails, et destiné à les protéger contre les intempéries ou à leur donner un aspect plus agréable à l'œil. L'électrochimie est donc une branche de la galvanoplastie ; elle comprend un grand nombre d'opérations, notamment la dorure, l'argenture, le cuivrage et le nickelage.

L'électrochimie fut découverte peu de temps après la galvanoplastie. De la Rive parvint le premier en 1840 à dorer le cuivre, le laiton et l'argent en décomposant par un courant très faible une dissolution très étendue de chlorure d'or. Elsner, Bœttger, Perrot, Smée, perfectionnèrent ce procédé, qui fut bientôt remplacé par une nouvelle méthode, due aux travaux d'Elkington (sept. 1840) et de Ruolz (1841). Le cuivrage et le nickelage, d'invention plus récente, sont aujourd'hui fort répandus.

L'électrochimie est plus importante encore que la galvanoplastie proprement dite. L'orfèvrerie et la bijouterie lui doivent la possibilité de remplacer l'or et l'argent massif par des

pièces en cuivre doré ou argenté, ayant à la fois la solidité du métal intérieur et l'éclat et l'inaltérabilité du métal précieux qui les recouvre.

« Les chiffres fournis par la maison Christofle et Cie nous donneront une idée de l'importance des procédés électro-chimiques.

« La seule usine Christofle et Cie de Paris dépose annuellement plus de 6,000 kilogrammes d'argent. Fondée en 1842, elle avait déposé, en 1886, plus de 200,000 kilogrammes d'argent, soit une moyenne de 4,500 kilogrammes par année. Si l'on évalue l'épaisseur moyenne du dépôt à 3 grammes par décimètre carré de surface, on trouve que la surface couverte d'argent à cette date par la maison Christofle est d'environ 66 hectares.

« D'après M. Bouilhet, la quantité d'argent déposée annuellement par l'électrolyse peut être évaluée pour le monde entier à 125,000 kilogrammes, ce qui représente une valeur d'environ 25 millions de francs.

« Tandis que l'argenture, qui exige une immobilisation de capital considérable, est comme monopolisée par quelques maisons puissantes, le nickelage s'est, dans ces dernières années, répandu partout. Cette industrie, relativement nouvelle, n'est pas seulement pratiquée par les nickeleurs de profession ; on la trouve dans un grand nombre d'ateliers de construction où elle sert à revêtir de nickel les pièces des machines.

« Le cuivrage du fer et de la fonte est devenu fort en usage depuis quelques années. Les candélabres de la ville de Paris, les fontaines de la place Louvois et de la place de la Concorde sont en fonte cuivrée. Les ateliers du Val-d'Osne produisent, depuis de longues années déjà, pour l'ornementation des monuments, des parcs et des jardins, des animaux en fonte cuivrée dont l'effet artistique est très satisfaisant. » (E. Bouant, la *Galvanoplastie.*)

Les procédés relatifs à chacune des méthodes électrochimiques et la composition des bains seront indiqués à chaque article spécial (Voy. Dorure, Argenture, etc.). Nous donnerons seulement ici les renseignements relatifs aux dépôts qui n'ont pas reçu de noms particuliers, et nous décrirons d'abord les opérations communes à tous les procédés.

Quel que soit le métal qu'on veuille déposer, la pièce à recouvrir doit être parfaitement exempte de toute matière étrangère, lorsqu'on la met dans le bain. Ce nettoyage parfait nécessite un certain nombre d'opérations, qui varient d'ailleurs un peu suivant la nature de la matière à recouvrir. Le cuivre et ses alliages son substances qui reçoivent le plus fréquem les dépôts électrolytiques ; c'est aussi pou corps que les procédés de nettoyage son plus parfaits, car ils peuvent s'effectuer av concours des divers composés chimiques.

On commence par chauffer les pièces doux, afin d'enlever les corps gras prov de la fabrication ou du contact des mains ; le *dégraissage*. Pour les objets qui ne pe être chauffés, on remplace cette opératio l'ébullition dans une dissolution de potas de soude caustique, qui saponifie les gras.

On procède ensuite au *dérochage*, en

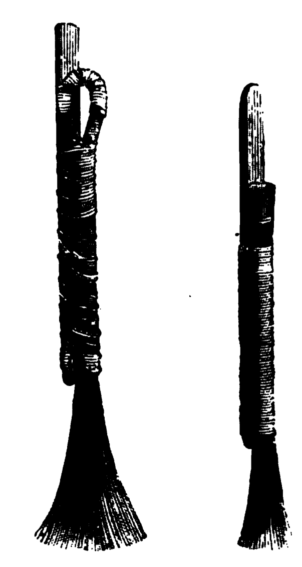


Fig. 266. — Gratte-bosse.

geant les pièces bien lavées dans de l'eau dulée au $\frac{1}{10}$ par l'acide sulfurique, jusqu'à solution complète de la couche d'oxyde formée pendant le dégraissage.

On soumet ensuite l'objet au *décapage*, passant rapidement dans un bain de

Acide nitrique à 36°	100 partie
Chlorure de sodium	2 —
Noir de fumée	2 —

puis dans un autre composé de

Acide nitrique à 36°	15 partie
Acide sulfurique à 66°	20 —
Chlorure de sodium	1 —

Le nettoyage est alors complet, et le présente une teinte claire et un aspec

ne des opérations précédentes doit être d'un lavage à grande eau.

peut enfin faciliter l'adhérence du dépôt *amalgamation*, qui consiste à passer rapi-t les pièces dans

u ordinaire..	1000 parties.	
oxyde de mercure........	1	—
ide sulfurique à 66°......	1	—

lave ensuite, et l'on porte au bain.

r les substances autres que le cuivre, toyage se fait surtout par voie mécanique; ation principale est le *gratte-bossage*, ou on énergique à l'aide d'un faisceau de le laiton bien écrouis (fig. 266), qu'on lle dans de l'eau vinaigrée, une solution n ou une décoction d'écorce de bois de ma.

pôt d'aluminium. — Les résultats obtenus nt encore beaucoup à désirer. M. Bertrand oie une dissolution de chlorure double minium et d'ammonium. M. Urquhart se du sulfate d'aluminium concentré et aci-avec un peu d'acide sulfurique.

Dépôt de plomb. — On dissout 100 grammes de potasse caustique dans 2 litres d'eau distillée, et l'on ajoute 10 grammes de litharge. On fait usage d'une anode en plomb, et l'on ajoute de temps en temps un peu de litharge. En Amérique on se sert d'acétate ou d'azotate de plomb.

Épargnes. — Quand on veut obtenir sur un même objet métallique des parties recouvertes de différents dépôts électrochimiques, on procède par épargnes. Avant de plonger l'objet dans chaque bain, on enduit d'un vernis inattaquable toutes les parties qui ne doivent pas recevoir de dépôt dans ce bain. Les vernis pour épargnes sont fournis par des dissolutions de diverses résines (copal, élémi, galipot) dans l'huile de lin cuite et dans l'essence de térébenthine; il est bon de les colorer; au sortir du bain, on enlève le vernis par un lavage à la benzine.

ÉLECTRO-CINÉMOGRAPHE. — Appareil électrique indiquant à distance la vitesse de rotation d'une ou de plusieurs machines. MM. Richard frères ont imaginé récemment et exposé en 1889

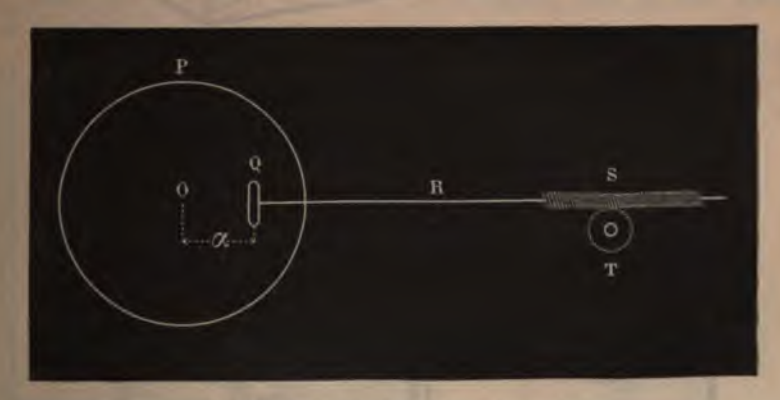


Fig. 267. — Principe de l'électro-cinémographe.

ectro-cinémographe dont voici le principe. e tige R porte une roulette Q et une vis fin S (fig. 267); cette dernière engrène une roue T qui reçoit le mouvement de la ine à étudier, de sorte que cette action à l'entraîner vers la droite. D'autre part, ulette Q est comprimée entre deux pla-P, dont l'un est enlevé sur le dessin, et urnent en sens contraires d'un mouve-uniforme; ce mouvement tend à ramener lette vers la gauche avec une vitesse d'au-plus grande qu'elle se trouve plus loin du e; l'équilibre s'établit donc immédiatement les deux mouvements.

Voici, d'après les inventeurs, comment on obtient la vitesse.

Si la roulette est à une distance α du centre O, elle tend à parcourir en un temps très court t une longueur proportionnelle à αt par suite de la rotation des plateaux. D'autre part la rotation de la roue T tend à l'entraîner vers la droite d'une longueur proportionnelle à vt, v étant la vitesse. Ces deux quantités étant égales, on voit que l'écart α est proportionnel à v, et fera connaître cette quantité, si l'appareil a été préalablement taré. Les déplacements de la roulette sont indiqués par une aiguille ou un style enregistreur.

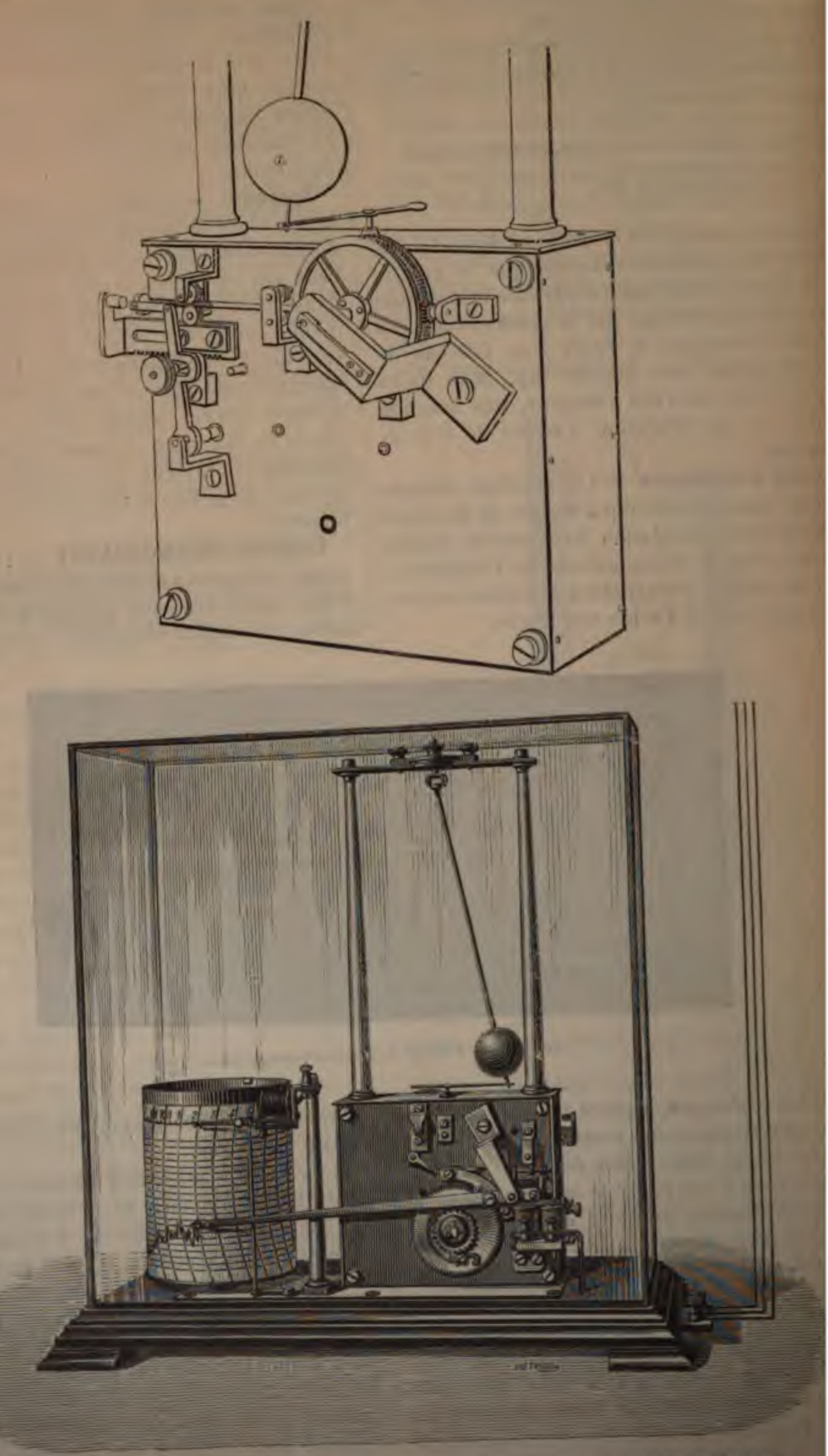


Fig. 268. — Électro-cinémographe disposé pour enregistrer la vitesse moyenne du vent (Richard frères).

Dans ce cas, l'appareil n'est nullement électrique; il le devient lorsqu'on veut l'employer faire connaître à distance la vitesse d'une ou plusieurs machines. Il peut donner de même vitesse de rotation d'un moulinet placé au sommet d'un édifice, c'est-à-dire la vitesse du vent : il prend alors le nom d'*anémo-cinémographe*.

Il est alors composé d'un mouvement d'horlogerie muni de deux rouages, dont l'un fait tourner les deux plateaux uniformément, au moyen d'un régulateur Foucault, si l'on veut un mouvement rapide, d'un pendule conique si on désire un mouvement lent. Le second rouage pourrait défiler librement, s'il n'était arrêté par un échappement commandé par un électro-aimant : ce dernier est mis en communication avec des contacts placés sur l'arbre de la machine ou du moulinet, et qui ferment par exemple le circuit pendant un demi-tour et le rompent pendant le demi-tour suivant. Le second rouage défile donc proportionnellement au nombre des contacts, c'est-à-dire à la vitesse de la machine ou du vent. Un des mobiles de ce rouage porte une roue tangentielle T qui mène la vis sans fin S. Si l'on veut avoir seulement la vitesse moyenne, on établit des contacts moins fréquents.

La figure 268 montre l'appareil disposé en anémo-cinémographe pour enregistrer la vitesse moyenne du vent.

Lorsqu'on veut contrôler à distance la vitesse d'une ou plusieurs machines, on place sur chacune d'elles deux contacts qui ferment, à chaque tour de l'arbre, le circuit d'une pile. De chaque contact partent deux fils dont l'un se rend à un commutateur, et l'autre se rattache à un fil de retour commun à toutes les machines. Tous les commutateurs sont réunis sur un tableau placé auprès de l'appareil. Quand on veut vérifier la vitesse d'une machine, on ferme le circuit correspondant, et l'appareil enregistre le nombre de tours de l'arbre par minute.

ÉLECTRO-CINÉTIQUE. — Syn. de ÉLECTRICITÉ CINÉTIQUE ou DYNAMIQUE.

ÉLECTRODE. — Faraday a donné ce nom à tout organe qui amène le courant dans un corps. Les extrémités des rhéophores, qu'on plonge dans une substance à électrolyser, sont des électrodes. Le même nom s'applique aux lames qu'on suspend aux bouts de ces rhéophores pour le même usage ou à celles qui sont disposées d'avance dans un voltamètre.

On nomme *électrode positive* ou *anode* celle



Fig. 269. — Électrodes impolarisables de Du Bois-Reymond.

qui est reliée au pôle positif, *électrode négative* ou *cathode* celle qui communique avec le pôle négatif. On appelle *électrode soluble* l'anode qu'on suspend dans un bain galvanique pour l'empêcher de s'appauvrir.

En médecine, on désigne également sous le nom d'*électrodes* ou d'*excitateurs* les appareils qui servent à l'application des courants (Voy. EXCITATEUR).

Électrodes impolarisables. — Soit qu'on étudie l'action du courant sur un muscle ou sur un nerf, soit qu'on veuille observer les courants produits par ces organes, il est utile

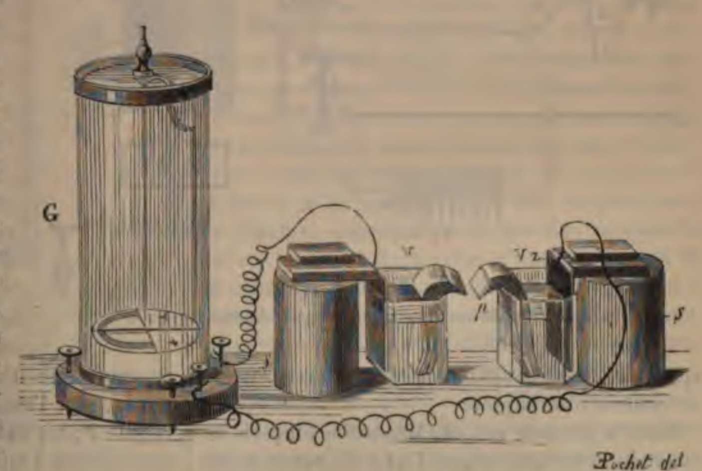


Fig. 270. — Électrodes impolarisables pour les courants musculaires ou nerveux.

d'éviter la polarisation des électrodes, qui pourrait masquer en partie ou même annuler complètement ces effets. La disposition suivante, due à Du Bois-Reymond, peut être utilisée pour faire agir un courant sur un nerf. Deux électrodes de zinc amalgamé Z et Z' (fig. 269) plongent dans des tubes de verre remplis de sulfate de zinc et portant à l'autre bout des tampons E et E' d'argile imbibée d'eau salée : on donne aux extrémités de ces tampons la forme la plus commode et on les met en contact avec le nerf étudié. Les supports isolants qui portent les tubes T et T' peuvent s'incliner dans tous les sens.

Pour étudier les courants produits dans les nerfs ou les muscles, on peut employer une disposition analogue qui est représentée figure 270. Dans deux vases V contenant une solution saturée de sulfate de zinc plongent deux lames de zinc amalgamé *z*, qui sont reliées au galvanomètre. Dans les vases sont disposés aussi deux supports *p* formés par des bandes de papier buvard imbibées de liquide, et sur quels on dépose l'organe à étudier, soit dire ment, soit par l'intermédiaire de petites ma de terre glaise imprégnées d'eau salée. Ma toutes ces précautions, on ne parvient pas à ter complètement la polarisation.

ÉLECTRO-DIAGNOSTIC. — Diagnostic affections par les modifications morbides réactions électriques.

Un certain nombre d'appareils électri servent au diagnostic : audiomètre, expl teur, myophone, sphygmophone, etc. Ils se décrits à leur ordre alphabétique.

ÉLECTRO-DIAPASON. — Diapason don mouvement vibratoire est entretenu pa appareil électrique, ordinairement un éle aimant.

L'électro-diapason peut être employé cor

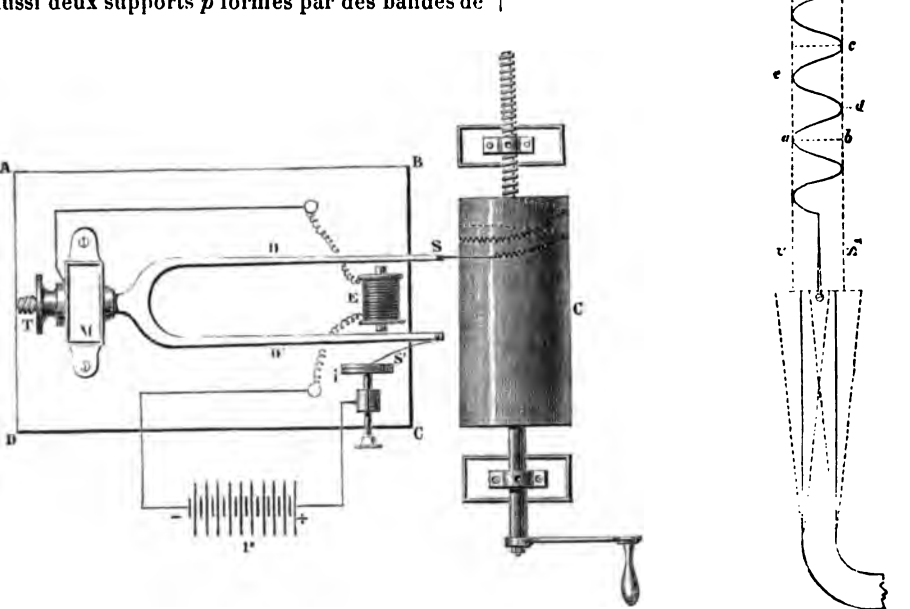


Fig. 271. — Électro-diapason disposé pour la chronographie.

Fig. 272. — Détails de la sinusoïde

appareil chronographique (Voy. CHRONOGRAPHE) ou comme interrupteur

Dans le premier cas, M. Mercadier emploie la disposition suivante (fig. 271). Le diapason porte deux styles S et S', fixés avec des vis; le premier S, qui sert à enregistrer les vibrations, est un fil d'acier ou un triangle aigu en clinquant; le style S', qui sert à interrompre le courant, est un fil de platine ou d'acier. L'électro-aimant E, d'une résistance de 10 à 20 ohms, communique d'une part avec la tige du pason, et à l'autre bout avec l'un des pôle la pile P; les extrémités du noyau de fer sont à 2 ou 3 millimètres du diapason. L'a pôle de la pile communique avec une vis porte une plaque I de platine ou d'acier. Q cette plaque touche le fil S', le courant pas l'électro attire les deux branches du diap Aussitôt le courant s'interrompt en I, et l' ticité ramène l'appareil à sa première posi

indre C, couvert d'un papier enfumé, mouvement hélicoïdal, et la pointe du décrit une sinusoïde telle que *cedα*... ; les points tels que c et e compren- vibration simple, et les points c et *d* ation double. Si l'on connaît d'avance des vibrations du diapason, on peut ner le temps écoulé pendant une cer- tation du cylindre, en comptant le de sinuosités compris entre deux points ndants : si chaque vibration dure 0,001 , et qu'il y en ait 25, le temps écoulé est conde. Réciproquement, si le cylindre l'un mouvement uniforme et avec une connue, on peut déterminer la durée ations du diapason.

tro-diapason a l'avantage de fournir vement *continu*, tant que la pile con- ne énergie suffisante, et parfaitement é.

tro-diapason constitue en outre un in- eur et un distributeur de courants d'une ité parfaite. La figure 273 montre la pro-

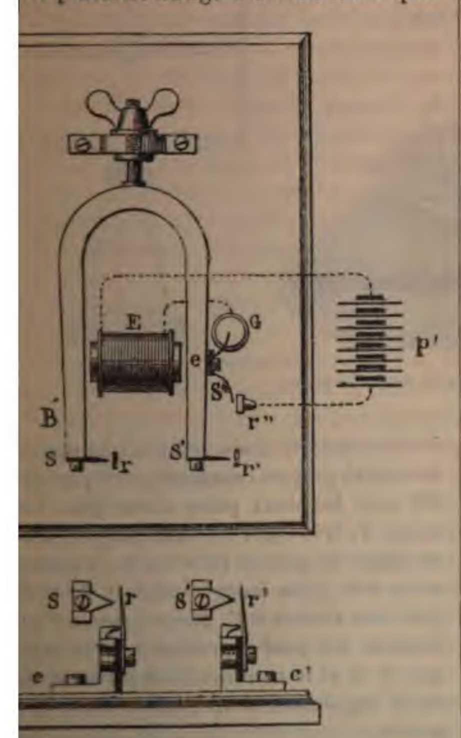


Fig. 273. — Électro-diapason interrupteur.

horizontale et une partie de la projection le d'un diapason disposé pour cet usage. let G, plein de mercure, communique uellement d'une part avec l'électro-aimant E, d'autre part avec le ressort S'', dont l'autre extrémité ferme le circuit de la pile locale P' lorsqu'elle vient toucher le butoir r''. Ce système entretient le mouvement vibratoire du diapason.

Deux styles rigides en argent SS', fixés aux bouts des deux branches, se trouvent, à l'état de repos, à une petite distance de deux ressorts en acier platiné *r r'* fixés à deux équerres métalliques *cc'*. Quand le diapason est en mouvement, les styles SS' viennent presser alternativement contre les ressorts correspondants pendant une oscillation simple. Si le diapason fait 50 vibrations simples par seconde, chaque ressort reçoit 25 contacts, qui durent chacun un peu moins de $\frac{1}{50}$ seconde. Les pièces *cc'* peuvent servir facilement à produire des interruptions rythmées dans deux circuits distincts. Si on relie ces deux pièces aux deux pôles d'une pile dont le milieu est à la terre, et qu'on fasse communiquer la tige du diapason avec un circuit mis à la terre par l'autre extrémité, chaque vibration changera le sens du courant dans ce circuit.

ÉLECTRO-DYNAMIE. — On désigne quelquefois sous ce nom l'intensité d'un courant.

ÉLECTRO-DYNAMIQUE. — Étude des actions mécaniques exercées par les courants les uns sur les autres.

A la suite des expériences d'Œrstedt, Ampère fut amené à penser que le courant électrique, qui dévie l'aiguille aimantée, doit exercer aussi une action mécanique analogue sur un autre courant. Pour le vérifier, il construisit des courants mobiles, pouvant tourner autour d'un axe vertical. La disposition que représente la figure 274 est beaucoup plus commode que celle d'Ampère : elle est due à Bertin. La cuvette de cuivre V et la colonne S, qui sont isolées l'une de l'autre, communiquent par des bandes de cuivre avec les deux pôles d'une pile. Le fil H se termine d'une part à une aiguille d'acier implantée au centre d'un petit disque isolant, d'autre part à un petit cercle métallique qui entoure ce disque et supporte par trois tiges de même nature le cercle de cuivre A. L'aiguille repose sur le fond d'une coupelle pleine de mercure qui termine la tige *t*, et supporte tout l'équipage mobile ; le cercle A plonge dans l'eau acidulée qui remplit la cuvette V. L'appareil mobile s'appuie donc uniquement sur la pointe de l'aiguille et peut tourner librement, sous la moindre impulsion, autour de la verticale qui passe par cette pointe. Telle est la partie essen-

tielle de l'instrument; il permet de vérifier facilement les lois suivantes, indiquées par Ampère :

1° *Deux courants parallèles s'attirent s'ils sont de même sens et se repoussent s'ils sont de sens contraires.*

2° *Deux courants qui font un angle s'attirent s'ils s'approchent ou s'éloignent tous deux du sommet de l'angle ; ils se repoussent si l'un s'approche du sommet et que l'autre s'en éloigne.*

On démontre la première loi en approchant d'une des branches verticales du fil H un autre fil traversé par un courant ou mieux un multiplicateur M qui produit une action plus énergique : c'est le cas représenté par la figure. Le même courant traverse successivement le m tiplicateur et le fil H; un commutateur per d'intervertir le courant dans ce dernier sans modifier dans le multiplicateur, ce qui cha le sens de l'action. Pour vérifier la seconde on fait agir le multiplicateur sur la partie h zontal du fil H.

3° *Deux courants égaux et de sens contra produisent des actions égales et de sens contra*

On démontre cette loi en remplaçant le n tiplicateur M par le fil D, qui n'exerce auc action sur le cadre mobile H.

4° *L'action d'un courant sinueux est identiq celle d'un courant rectiligne ayant les mêmes ex mités, pourvu qu'il s'en éloigne peu.*

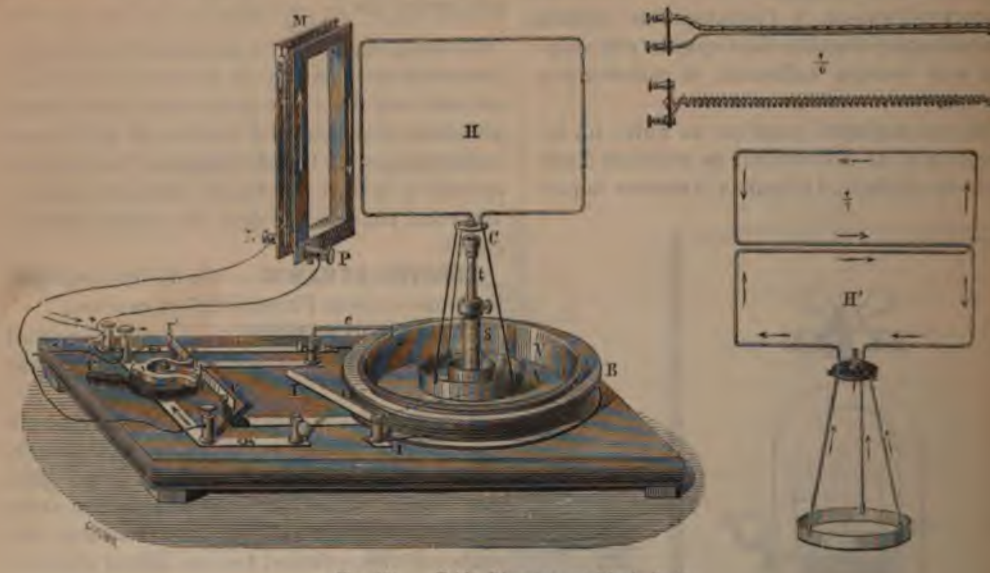


Fig. 274. — Table d'Ampère, modèle de Bertin.

On remplace le multiplicateur M par l'appareil S : le courant entre par le fil rectiligne et redescend par le fil sinueux qui est enroulé autour de lui; les deux fils étant parcourus en sens inverse, l'action sur le rectangle H est nulle.

Dans les expériences précédentes, il est avantageux de remplacer le rectangle H par le courant mobile H' qui est astatique (Voy. ce mot).

5° *Deux parties consécutives d'un même courant se repoussent.*

En effet, si l'on replie un fil traversé par un courant, l'une des parties du fil s'approche du sommet de l'angle, l'autre s'en éloigne : il y a donc répulsion. A la limite, lorsque l'on redresse le fil, il doit en être encore de même. On le montre ordinairement avec la cuve (fig. 275), dont les deux moitiés, remplies de mercure p faitement propre, communiquent par les bor BB' avec les deux pôles d'une pile. Un fil cuivre F, très léger et bien propre, est re en forme de pont et relie les deux parties d cuve. Dès qu'on lance le courant, le fil F, pl près des bornes BB', glisse jusqu'à l'autre trémité. On peut reprocher à cette expérie que le fil et le mercure forment aussi des c rants angulaires, dont l'action n'est pas né geable.

En s'appuyant sur les lois précédentes, peut expliquer facilement les actions plus c pliquées, telles que la rotation d'un cou mobile sous l'influence d'un courant fixe.

Expériences de M. E. Thomson. — M. E Thomson a imaginé en 1884 et développe

puis cette époque d'intéressantes expériences pour vérifier les lois de l'électrodynamique à l'aide des courants alternatifs. Ces expériences



Fig. 275. — Cuve d'Ampère.

figuraient à l'Exposition de 1889 (galerie des Arts libéraux).

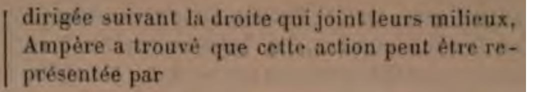
Une dynamo à courants alternatifs communiquait avec une bobine verticale de fil isolé, enroulée autour d'un noyau de fer doux. Si l'on pose sur le haut de cette bobine un anneau de cuivre dont le plan est parallèle aux spires magnétisantes, ce courant est traversé par des courants induits, qui sont tour à tour de sens contraire au courant de la dynamo et de même sens et par suite alternatifs. Il semble donc que l'action électrodynamique doive se composer d'une série de répulsions et d'attractions se succédant assez vite pour ne produire aucun effet mécanique. Mais en réalité, grâce au phénomène de self-induction, les répulsions l'emportent sur les attractions, et l'anneau s'élève à une certaine hauteur et s'y maintient, l'action électrodynamique étant équilibrée par la pesanteur. Si l'on maintient l'anneau sur la bobine avec la main, il s'échauffe notablement. Il en est de même si l'on enfonce d'abord l'anneau autour de la bobine.

Si l'on produit une certaine dissymétrie du champ, par exemple en couvrant la moitié de la bobine avec un demi-disque de cuivre formant écran, on peut produire des rotations : ainsi un disque de cuivre porté sur un pivot s'incline et tourne rapidement.

Enfin, si l'on place au-dessus de l'appareil, dans un vase plein d'eau, une petite bobine annulaire dont les extrémités sont fixées à une petite lampe à incandescence, la bobine s'élève dans l'eau et la lampe s'illumine sous l'action des courants induits.

M. Ducretet a imaginé un dispositif qui permet de répéter ces belles expériences avec une petite machine mue à bras. Pour obtenir des effets plus sensibles, les disques ou les anneaux qui doivent être repoussés sont suspendus à un fléau de balance.

Loi élémentaire. — En admettant que l'action réciproque de deux éléments de courants est dirigée suivant la droite qui joint leurs milieux, Ampère a trouvé que cette action peut être représentée par



$$f = \frac{n\,i\,i'\,ds\,ds'}{r^2}\left(\cos\varepsilon - \frac{3}{2}\cos\theta\cos\theta'\right)$$

en appelant ds et ds' les longueurs des deux éléments, i et i' leurs intensités, r la distance de leurs milieux, ε l'angle des deux éléments, θ et θ' les angles qu'ils font avec la droite qui joint leurs milieux, n une constante dont la valeur dépend de l'unité choisie pour l'intensité.

Ampère a déduit de cette loi que deux éléments consécutifs d'un même courant se repoussent.

A l'aide de ses courants mobiles, Ampère a également étudié l'action de la terre sur les courants (Voy. SOLÉNOÏDE).

Équivalence d'un courant fermé et d'un feuillet magnétique. — Ampère a conclu de ses expériences sur les solénoïdes que les aimants peuvent être assimilés à des courants électriques (Voy. AIMANT); mais il est ordinairement plus commode dans les calculs de remplacer les courants par des aimants, ce qui donne des expressions plus simples. Le théorème d'Ampère permet de faire cette substitution.

L'action d'un courant fermé est identique à celle d'un feuillet magnétique de même contour et dont la puissance magnétique est égale à l'intensité électromagnétique du courant.

La face positive du feuillet est à la gauche du courant.

ÉLECTRODYNAMOMÈTRE. — Appareil servant à mesurer l'intensité d'un courant par son action sur un autre courant. Il a été imaginé par Weber, et se compose d'une bobine mobile suspendue à l'intérieur d'une bobine fixe à l'aide d'une suspension bifilaire (fig. 276), dont les deux fils lui amènent le courant. L'action est proportionnelle au produit des intensités des courants qui traversent les deux bobines; si l'un de ces courants a une intensité connue, la déviation donne celle de l'autre. Le plus souvent, on fait passer le courant à mesurer dans les deux bobines : l'action est alors proportionnelle au carré de l'intensité, et son sens ne change pas quand on intervertit le courant.

L'appareil est en quelque sorte un galvanomètre dont l'aiguille est remplacée par la bobine mobile. On tourne la suspension jusqu'à ce que les axes des deux bobines soient perpendiculaires, et que l'axe de la bobine mobile soit dans le méridien magnétique, pour diminuer

autant que possible l'action de la terre. Quand on lance le courant, les bobines tendent à se placer parallèlement; un miroir fixé à la bobine mobile permet de mesurer la déviation α.

Soit C le coefficient de torsion du bifilaire, S la surface totale des spires du cadre et G l'intensité du champ pour l'intensité 1, que nous supposons constante pour toute la bobine mobi on a

$$SGI^2 \cos \alpha = C \sin \alpha.$$

D'où

$$I^2 = \frac{C}{SG} \operatorname{tg} \alpha.$$

Les électrodynamomètres ne sont pas au

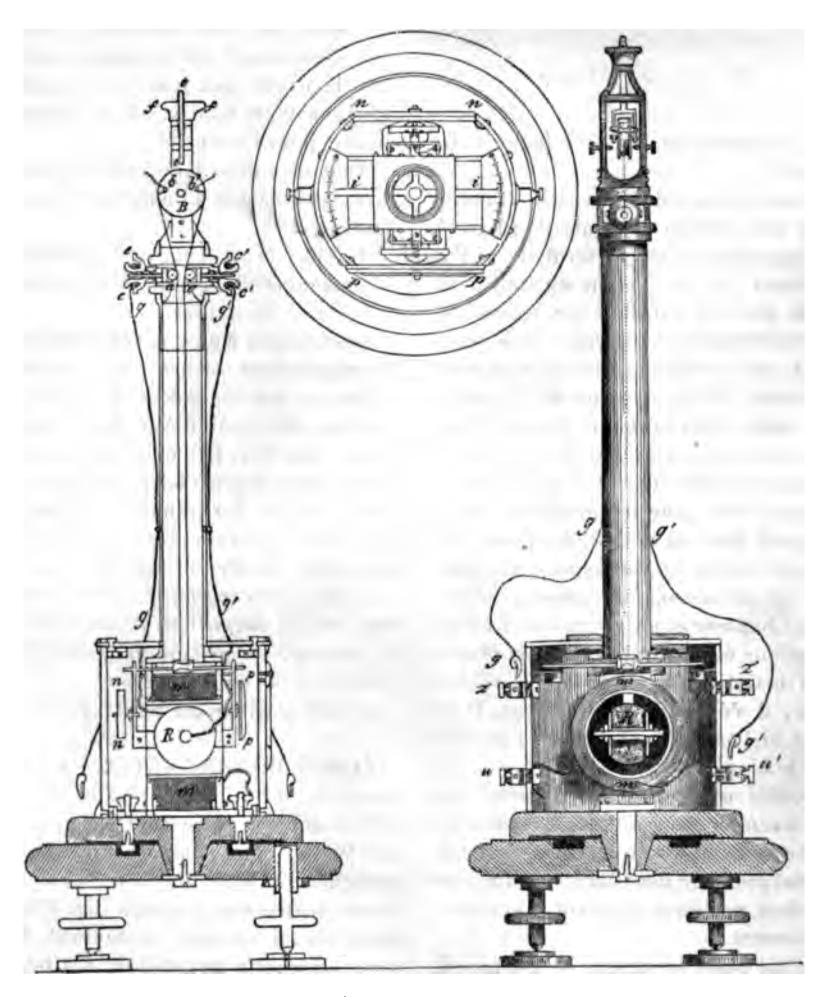


Fig. 276. — Électrodynamomètre de Weber.

sensibles que les galvanomètres, mais ils ont l'avantage de donner des indications indépendantes de l'intensité du champ terrestre, et aussi des changements de sens du courant, s'il passe dans les deux bobines; l'appareil peut alors servir à la mesure des courants alternatifs.

Électrodynamomètre de l'Association britannique. — L'Association britannique a fait construire un grand électrodynamomètre (fig. 277), actuellement déposé au laboratoire Cavendish, à Cambridge. Il est fondé sur le même prin que le précédent, et peut servir, soit à mes les intensités, soit à déterminer les consta d'un galvanomètre. Il est formé de deux bob placées parallèlement à 0,5 m. de distan ayant un rayon moyen de 0,25 m. Cha d'elles contient 15 couches, composées de 15 tours de fil isolé. La figure mo semble et le plan de l'instrument, détails de la suspension bifilai

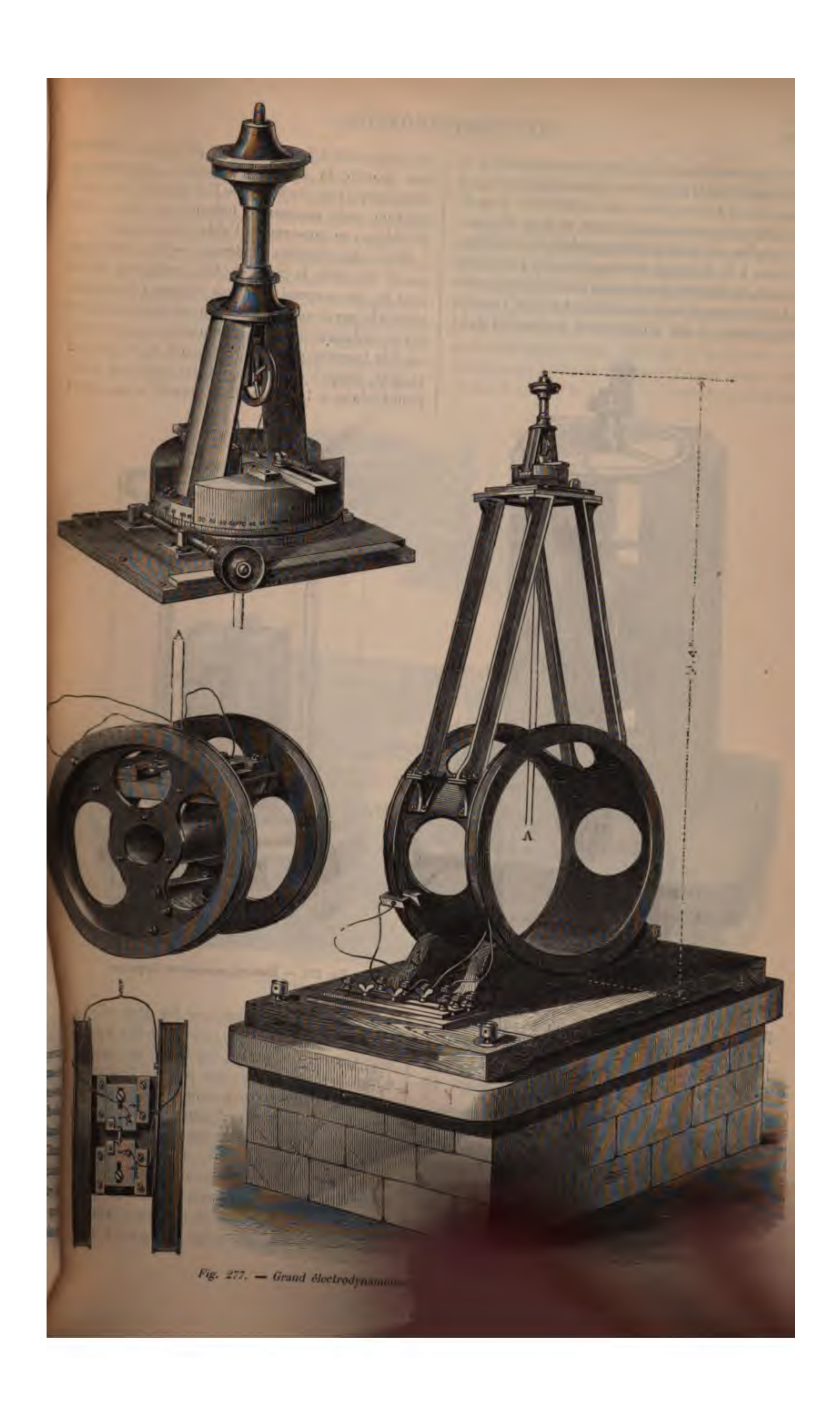


Fig. 277. — Grand électrodynamom

bile, représentée sur le plan, se suspend en A. « L'égalité de tension des fils de suspension est assurée en les attachant aux extrémités d'un fil de soie qui passe sur une roue, et leur distance est réglée par deux poulies-guides placées elles-mêmes à la distance convenable. On peut donner à la bobine suspendue un mouvement vertical au moyen d'une vis agissant sur la roue de suspension, et un mouvement horizontal dans les deux sens à l'aide de deux pièces à coulisse que montre la figure de détail. » (MAXWELL, *Electricity*.) Une vis tangente fait tourner la suspension pour amener la bobine au zéro; les déviations se mesurent à l'aide d'un miroir.

Electrodynamomètre de Siemens. — Dans cet appareil (fig. 278), le cadre mobile, composé d'un seul fil, est suspendu par un ressort à boudin muni à la partie supérieure d'un index qui tourne sur un cadran divisé. A l'aide d'un bouton moleté on fait tourner d'abord le ressort et le cadre mobile, jusqu'à ce que ce dernier soit bien perpendiculaire à la bobine fixe. Quand le courant

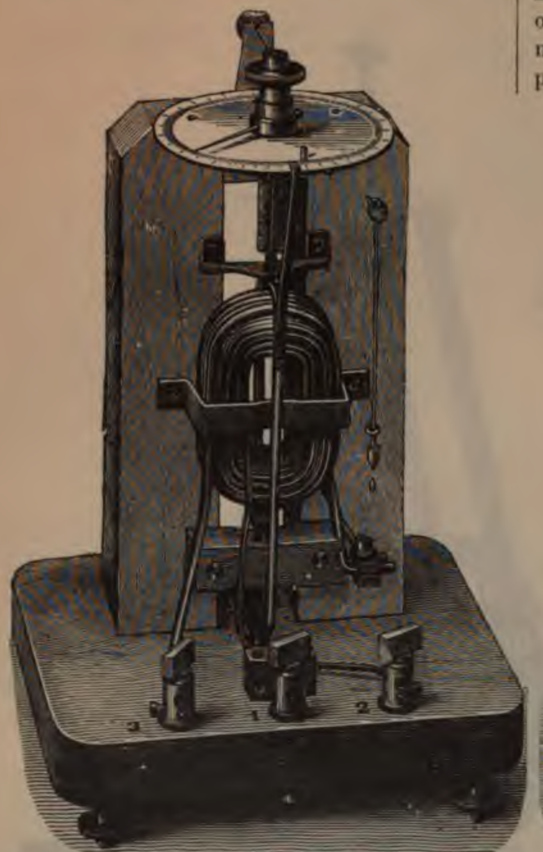


Fig. 278. — Électrodynamomètre Siemens et Halske (Berlin).



Fig. 279. — Électrodynamomètre Carpentier.

passe, le cadre est dévié; on le ramène à sa position première en tournant le bouton moleté. Le déplacement de l'index sur le cadran divisé fait connaître l'intensité, l'appareil ayant été gradué préalablement.

Électrodynamomètre Carpentier. — Cet instrument (fig. 279) est formé d'un cadre extérieur fixe, qui est une lame de cuivre rouge de grande section, parcouru par la totalité du courant; dans l'intérieur se déplace un cadre à fil fin, placé en dérivation, et qui reçoit le courant par les fils de suspension. Les lectures se font en tordant le fil pour ramener les deux cadres à angle droit. L'angle de torsion se lit à la partie supérieure. Le bouton supérieur est recouvert d'une pièce d'ébonite qui protège l'opérateur.

Électrodynamomètre à mercure. — M. Lippmann a imaginé un électrodynamomètre à mercure fondé sur le même principe que l'ampèremètre décrit plus haut (fig. 51). Il en diffère seulement en ce que l'aimant est remplacé par une bobine dont le fil est traversé, ainsi que la colonne de mercure, par le courant à mesurer. Sauf le mercure, toutes les pièces sont invaria-

bles, ce qui rend les indications exactement proportionnelles aux carrés des intensités.

Cet appareil peut donner, une fois gradué, des mesures absolues. Dans un modèle présenté à la Société des Électriciens, un courant d'intensité 1 C.G.S. (10 ampères) donnait une pression de 650 dynes par centimètre carré.

Électrodynamomètre absolu. — Les électrodynamomètres, grâce aux avantages indiqués plus haut, peuvent être employés de préférence pour obtenir des mesures absolues. MM. Joule, Cazin, Mascart, Helmholtz, etc., ont fait construire dans ce but des *électrodynamomètres-balances*. Nous décrirons l'instrument imaginé par M. Pellat en 1888.

Il se compose de deux bobines concentriques à axes rectangulaires, parcourues toutes deux par le courant à mesurer (fig. 280).

L'une, longue et grosse, a son axe horizontal; l'autre, qui a son axe vertical, est placée à l'intérieur de la première, dans le champ à peu près uniforme produit par celle-ci, et se trouve par conséquent soumise à un couple qui tend à dévier son axe de la verticale. Cette bobine étant

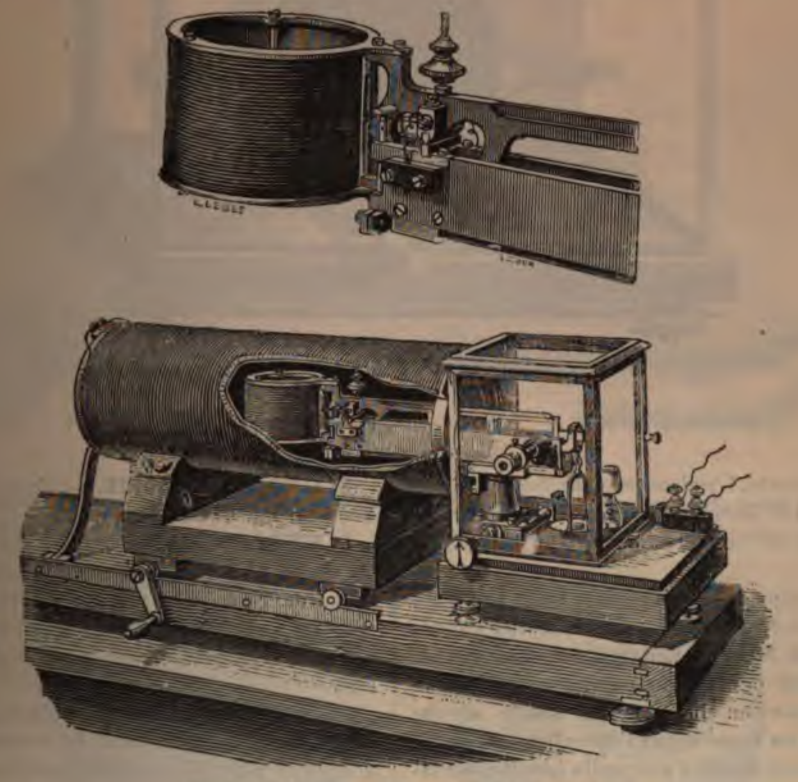


Fig. 280. — Électrodynamomètre absolu de M. Pellat.

fixée à l'une des extrémités d'un véritable fléau de balance, il suffit, pour équilibrer ce couple électrodynamique, d'ajouter des poids convenables dans le plateau suspendu à l'autre extrémité. Le couple étant évidemment proportionnel au carré de l'intensité du courant, cette intensité est obtenue en unités électromagnétiques C.G.S. par la formule

$$i = A\sqrt{p},$$

p étant le poids qu'il faut ajouter dans le plateau pour équilibrer le couple électrodynamique.

L'instrument ayant été construit avec le plus grand soin et la constante A calculée très exactement, l'erreur faite sur l'intensité d'un courant ne dépasse pas 1/2000.

On peut éliminer l'action du magnétisme terrestre en renversant, après la première mesure, le sens du courant dans la bobine fixe sans le changer dans la bobine mobile; les poids qu'il faut ôter ou ajouter sont précisément $2p$, puisque l'action de la bobine fixe a changé de sens, celle de la terre n'ayant pas changé. Dans certains cas, il est plus simple de supprimer l'ac-

tion de la terre en disposant le fléau dans le plan vertical perpendiculaire au méridien magnétique. Il faut remarquer que la constante A varie d'un lieu à un autre, car elle dépend de l'intensité de la pesanteur.

M. Pellat a fait construire, sous le nom d'*ampères-étalons*, des instruments analogues, mais moins coûteux, gradués par comparaison a le précédent et pouvant servir à faire les mê déterminations avec la même précision (281). Ces appareils peuvent encore être e ployés pour graduer en valeur absolue les g vanomètres, ampèremètres, voltmètres.

ÉLECTRO-ENDOSCOPE. — Endoscope écl

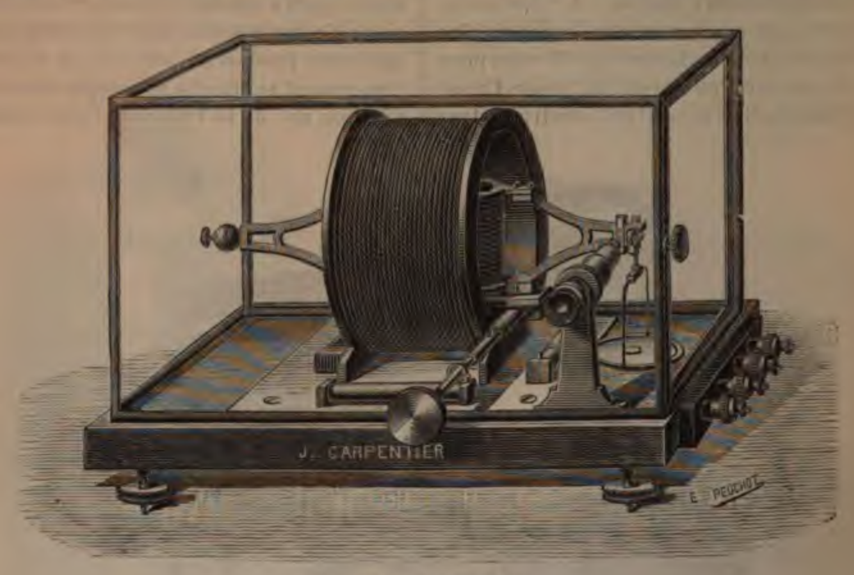


Fig. 281. — Ampère-étalon.

par l'électricité. L'*endoscope* ou *urétroscope*, imaginé par le Dr Desormeaux, sert à examiner l'intérieur de la vessie et des autres cavités du corps.

L'endoscope a été perfectionné par plusieurs inventeurs. Nous citerons en particulier l'appareil de MM. Nitze et Leiter, de Vienne, qui est formé d'une petite lampe à incandescence de Swan, fixée au bout d'une sonde creuse (fig. 282); on regarde par l'ouverture du pavillon M, qui est munie d'une petite lunette, sur laquelle un petit prisme à réflexion totale, placé à la courbure de la sonde, renvoie les rayons émis par les parois vésicales éclairées.

La première sonde sert pour examiner les deux tiers des parois (parties supérieures et latérales), la seconde pour le tiers postérieur. La lampe est actionnée par une batterie de quatre ou six éléments au bichromate, figurée à part. On introduit la sonde dans la vessie avant d'allumer la lampe, puis l'on règle l'intensité lumineuse à l'aide du rhéostat fixé devant la pile. Il faut introduire dans la vessie 200 à 300 grammes d'un liquide bien transparent (eau tiède), pour éviter l'action de la chaleur de la lampe.

ÉLECTRO-ENDOSCOPIE. — Examen des vités par l'électro-endoscope.

ÉLECTRO-FREIN. — Organe du traduct du télégraphe multiple de Baudot, qui établit concordance entre la marche du traducteur celle du distributeur. (Voy. Télégraphe.)

ÉLECTROGÈNE. — Qui produit de l'élect cité.

Appareil électrogène des poissons. — Qu ques poissons, notamment la torpille, le gy note et le malaptérure possèdent des appar électriques assez puissants pour donner des cousses comparables à celles d'une bouteille Leyde. Cet appareil est disposé chez la torp de chaque côté de la tête, entre les nageoi pectorales et les branchies, et présente la for d'un croissant épais aux cornes arron (fig. 283). Il est constitué par une série de ques d'une substance transparente, homogè que Ch. Robin a nommée tissu électrique. disques sont séparés par de petites couc d'un liquide albumineux, et réunis en gr nombre de manière à former une certaine q tité de petites colonnes (fig. 284), qui rappell assez bien la disposition d'une pile de V

a-t-on tout d'abord comparé l'appareil trique des poissons à une pile. Mais, s'il en étai ainsi, cet appareil devrait fonctionner d'une manière continue, ce qui n'a pas lieu.



Fig. 282. — Endoscope et sonde Nitze et Leiter.

st seulement lorsque l'animal est irrité qu'il ce des décharges : l'appareil électrique est un organe de protection et de défense. Il paraît donc plus naturel de le comparer à ce qui se



Fig. 283. — Face dorsale et face ventrale de la torpille montrant l'appareil électrique.

luit dans les phénomènes électro-capil- es.

Il suffit qu'entre deux corps en présence les surfaces changent de rapport, pour qu'il se pro-

duise aussitôt une différence de potentiel. Or l'appareil électrique de la torpille et du gymnote est contractile et musculaire; chaque fois qu'il se contracte, les piles de disques diminuent



Fig. 284. — Appareil électrique de la torpille.

de longueur et par suite leur section augmente. De là doit résulter une petite différence de potentiel entre chaque élément contractile et le liquide voisin et, comme le nombre des éléments est considérable, la somme des différences de potentiel peut être assez grande.

L'appareil électrique de la torpille, placé de chaque côté du corps, comprend plus de 500 colonnettes disposées verticalement et formées chacune d'environ 1500 ou 2000 disques.

Le pôle positif est du côté du ventre. L'appareil est sous la dépendance des nerfs pneumogastriques. Il peut donner des secousses assez fortes pour engourdir le bras. L'animal se sert de ce moyen pour s'emparer de sa proie.

Les colonnettes de l'appareil électrogène sont séparées les unes des autres par des cloisons du tissu lamineux dans lesquelles arrivent les vaisseaux et les nerfs. Ces derniers viennent des racines antérieures des paires nerveuses, de celles qui correspondent aux nerfs moteurs; leurs tubes se terminent à la surface des prismes ou disques par des extrémités libres très effilées, après s'être subdivisés chacun en branches très nombreuses. Ces nerfs se distribuent à l'une d s faces du disque, laquelle ne reçoit pas de vaisseaux. Ces capillaires ne se ramifient pas dans le disque, mais s'enfoncent en décrivant des flexuosités dans les excavations ou alvéoles creusés dans ces disques. L'ensemble de l'appareil est enveloppé par une couche de tissu lamineux. Rien de plus caractérisé que l'élément *sui generis* qui compose les disques, que la configuration de ceux-ci et que leur juxtaposition en piles par l'intermédiaire de cloisons riches en vaisseaux et en nerfs; rien de plus constant que la distribution des nerfs à l'exclusion des vaisseaux sur la face du disque qui regarde le pôle positif, tandis que les vaisseaux, à l'exclusion des nerfs, occupent la face tournée vers le pôle négatif; rien de plus net que le mode de terminaison des nombreux tubes nerveux volontaires et régulateurs des actes de l'appareil qui aboutissent à chacun de ses disques.

Chez le gymnote, qui présente la forme d'une anguille, les piles de disques sont beaucoup plus longues : elles sont dirigées de la tête à la queue, de chaque côté de la ligne médiane, et peuvent atteindre une longueur de 0,60 m. Les piles de disques sont au nombre d'environ 50, formées de 4,000 disques. Le pôle positif est du côté de la queue.

Plusieurs autres poissons possèdent des appareils analogues.

Électrogène Hannay. — Disposition très simple, indiquée par M. Hannay, ingénieur à Glascow, pour éviter les incrustations dans les chaudières. Il suffit d'y placer une masse de zinc, en forme de sphère ou de cylindre, traversée par une tige de cuivre portant à ses deux extrémités des fils de même nature qu'on soude aux parois de la chaudière. On ajoute enfin au liquide du sel marin, dans la proportion de 4 kilogrammes par mètre cube. Quand on chauffe, il se forme une véritable pile; l'oxygène se porte sur le zinc et l'hydrogène sur le fer de la chaudière. L'hydrogène fait bientôt détacher les incrustations qui existent sur la chaudière et empêche qu'il s'en produise de nouvelles.

L'appareil peut fonctionner six mois; il est employé par a marine anglaise et expérimenté en France.

ÉLECTROGENÈSE ou **ÉLECTROGÉNIE.** — Béraud et Charles Robin, qui ont fait beaucoup d'expériences sur ce sujet, ont donné ce nom à la production de l'électricité par les tissus vivants.

ÉLECTROGRAPHIE. — On donne quelquefois ce nom à la télégraphie, lorsqu'elle est effectuée par des appareils qui enregistrent les dépêches.

Le plus souvent, on nomme électrographie la gravure en creux ou en relief produite par l'électricité, à l'aide des procédés galvanoplastiques (V. ÉLECTROTYPIE et PHOTOGRAVURE).

ÉLECTROHARMONIQUE (APPAREIL). — Appareil télégraphique qui reproduit les sons en leur conservant leur hauteur, mais non leur timbre.

ÉLECTROLECTEUR. — Sorte de télégraphe autographique inventé par M. Recordon en 1871, perfectionné en 1874 par MM. Recordon et Terettini et destiné à la lecture des aveugles. Il reproduit en relief les caractères imprimés et manuscrits. On remplace ainsi les impressions en relief employées dans les établissements d'aveugles et qui sont très coûteuses.

TROLYSABLE. — Qui peut être électro-
est-à-dire décomposé par un courant
ue.

TROLYSATION ou **ÉLECTROLYSE.** —
osition d'un corps par un courant élec-

n plonge dans un liquide *composé* les ex-
s de deux fils attachés aux deux pôles
ile, la colonne de liquide interposée ne
uit jamais comme un simple conduc-
eux cas se présentent : ou bien le liquide
porte comme un isolant parfait, et le
ne passe pas, ou bien le courant passe
quide est décomposé. Seuls les corps
(mercure, métaux fondus) agissent seu-
comme des conducteurs. On appelle
de la substance qu'on décompose, et
es les fils ou lames qui terminent les
ores et plongent dans le composé. L'élec-
qui est réunie au pôle positif s'appelle
e positive, l'autre *électrode négative*.

olyse des composés minéraux. — Les com-
résultant de l'union de l'hydrogène ou
étal avec un radical simple ou composé
écomposés par le courant : l'hydrogène
nétal *suit le sens du courant*, et par con-
t se dégage à l'électrode négative *si l'é-*
se se fait dans le circuit extérieur de la
e radical, simple ou composé, se porte à
électrode.

e propriété du courant fut découverte en
ar Carlisle et Nicholson, qui décompo-
l'eau acidulée par l'acide sulfurique. On
cette expérience à l'aide du *voltamètre*
85) : c'est un vase de verre dont le fond



Fig. 285. — Électrolyse de l'eau acidulée.

versé par deux petits fils ou lames de
e qu'on relie aux deux pôles d'une pile.
ase étant plein d'eau acidulée, il se dé-
e l'oxygène sur l'électrode positive et de
ogène sur l'autre : ce dernier gaz a un
e double de celui du premier. On recueille
z dans deux petites éprouvettes graduées
s sur les électrodes.

L'eau pure n'étant pas décomposée par le courant, on doit admettre que le véritable électrolyte est l'acide étendu SO^4H^2, qui donne de l'hydrogène à l'électrode négative, tandis que le radical SO^4, se rendant à l'électrode positive, y décompose l'eau en reproduisant l'acide sulfurique et dégageant de l'oxygène.

Davy, en 1807, a décomposé la potasse par la pile et découvert le potassium : un morceau de potasse solide était posé sur une plaque métallique reliée au pôle positif ; l'électrode négative plongeait dans une cavité pleine de mercure, creusée à la partie supérieure. On voyait le mercure s'épaissir et l'on obtenait un amalgame dont on pouvait extraire le potassium en vaporisant le mercure dans un gaz inerte.

Tous les oxydes, chlorures et sulfures métalliques se décomposent de même, le métal se portant seul au pôle négatif.

L'électrolyse des sels oxygénés se fait ordinairement dans un tube où plongent deux lames de platine (fig. 286). Si le tube contient



Fig. 286. — Électrolyse des sels.

du sulfate de cuivre SO^4Cu, l'électrode négative B se couvre aussitôt d'une couche de cuivre rouge, tandis que SO^4 se porte au pôle positif. On obtient des résultats analogues avec tous les sels, sauf les sels alcalins, comme nous l'indiquons ci-dessous.

Les électrolytes doivent toujours être fondus ou dissous. Lorsqu'on les emploie fondus, on se sert d'un tube en métal au fond duquel est soudée l'une des électrodes, l'autre plongeant à la surface de la substance en fusion (fig. 288).

Hypothèse de Grotthus. — Dans toute électrolyse, par exemple dans celle de l'eau, il est à remarquer que, comme dans toutes les expériences du même genre, les corps mis en liberté se dégagent seulement sur les deux électrodes, et nullement dans l'espace intermédiaire, qui est

cependant aussi parcouru par le courant électrique. Grotthus, en 1805, a donné de ce fait l'explication suivante.

Dès que le courant traverse le liquide, les éléments combinés dans chacune des molécules s'orientent de la même manière, l'hydrogène se tournant toujours vers l'électrode négative et le radical SO^4 vers le pôle positif (fig. 287), puis

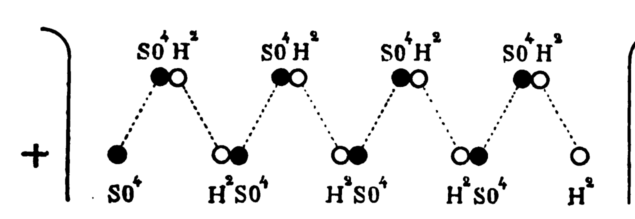


Fig. 287. — Hypothèse de Grotthus.

chacun de ces éléments se dirige vers le pôle correspondant; mais, dans ce mouvement, chaque molécule du radical rencontre l'hydrogène de la molécule voisine, qui chemine en sens contraire, et se recombine avec lui. Seules les molécules les plus rapprochées des pôles ne trouvent pas l'autre élément, mis en liberté, et par suite se dégagent sur les électrodes.

On peut supposer en outre que les molécules des deux éléments ou radicaux qui se séparent sont les seuls véhicules de l'électricité, celui qui va au pôle positif étant électrisé négativement, l'autre positivement. C'est pourquoi l'on nomme *électro-négatif* l'élément qui va au pôle positif, et *électro-positif* celui qui se dirige vers l'électrode négative.

Électrolyse dans l'intérieur des piles. — Comme nous l'avons dit plus haut, en réalité l'hydrogène et les métaux suivent le sens du courant; par conséquent, dans les réactions chimiques qui se produisent à l'intérieur des piles, l'hydrogène et les métaux se portent au pôle *positif*, tandis que les corps combinés avec eux se rendent au pôle *négatif*.

Actions secondaires. — Si les éléments mis en liberté aux deux pôles sont capables d'attaquer soit le liquide, soit les électrodes, ils réagissent au lieu de se dégager, et l'on n'obtient que les produits de ces actions secondaires. Ainsi, quand on décompose le sulfate de cuivre, le radical SO^4, se portant au pôle positif, y décompose l'eau en reformant de l'acide sulfurique SO^4H^2, et l'oxygène est mis en liberté. Si, dans cette opération, l'anode est formée d'une substance attaquable, telle qu'une lame de cuivre, elle se transforme peu à peu en sulfate sous l'action de

ce radical : par suite, le liquide ne s'a pas, et l'anode subit une perte de poid ment égale à l'augmentation de la cath ainsi que dans la galvanoplastie on se nodes solubles pour empêcher l'affaibl des bains.

L'électrolyse des sels alcalins offre u ple remarquable d'actions secondaire décompose du sulfate d le métal qui se rend à l' négative y décompose donne de la soude et de gène : le sodium n'est mis en liberté. D'un aut radical SO^4 donne à l' positive de l'acide sulfu de l'oxygène. On voit dégagement de gaz a pôles, et du sirop de ajouté au liquide verdit au pôle né l'action de la soude, et rougit au pô sous l'influence de l'acide sulfurique.

Si l'on décompose l'eau en prena électrode négative une lame de platin verte de peroxyde de plomb, l'hydrogè dégage pas, mais décompose le per l'on décompose un chlorure ou un cy prenant pour électrode positive une la ou d'argent, le chlore ou le cyanogène gage pas, mais il attaque l'anode et la

Électrolyse des sels organiques. — Les acides organiques sont décomposés pa rant, comme les sels minéraux : le porte donc au pôle négatif, l'oxygène e ments de l'acide anhydre au pôle posi ces derniers donnent en général des secondaires. Ainsi, les benzoates do pôle positif de l'oxygène et de l'acide be qui cristallise. Au contraire, dans l'él d'un acétate alcalin, le métal se rend trode négative et y décompose l'eau av gement d'hydrogène, tandis que l'oxy l'acide anhydre se rendent à l'autre pô

$$\underbrace{}_{}\text{Pôle} - \qquad \text{Pôle} +$$

$$C^4H^3KO^4 = K + C^4H^3O^3 + O$$
$$[2C^2H^3KO^2 = 2K + C^4H^6O^3 + O$$

Là, ils réagissent l'un sur l'autre en de l'acide carbonique et de l'hydrure lène

$$2C^4H^3O^3 + O = 2C^2O^4 + C^4H^6$$
$$[C^4H^6O^3 + O = 2CO^2 + C^2H^6]$$

M. Kolbe a obtenu de même le dibu butylène à l'aide des valérates.

Le succinate de soude donne de l'éthylène, les sels des acides fumarique et maléique donnent de l'acétylène. L'acide formique et les formiates donnent uniquement de l'acide carbonique au pôle + et de l'hydrogène au pôle —.

Lois de Faraday. — Les décompositions électrolytiques obéissent à des lois quantitatives, qui ont été établies par Faraday, et qui peuvent se résumer ainsi :

Lorsqu'un courant traverse un électrolyte quelconque, chaque coulomb décompose toujours $\frac{1}{96\,600}$ *ou* 0,00001035 *de son équivalent en poids.*

Cette loi est absolument générale ; elle s'applique également aux électrolytes placés dans le circuit extérieur ou à l'intérieur de la pile.

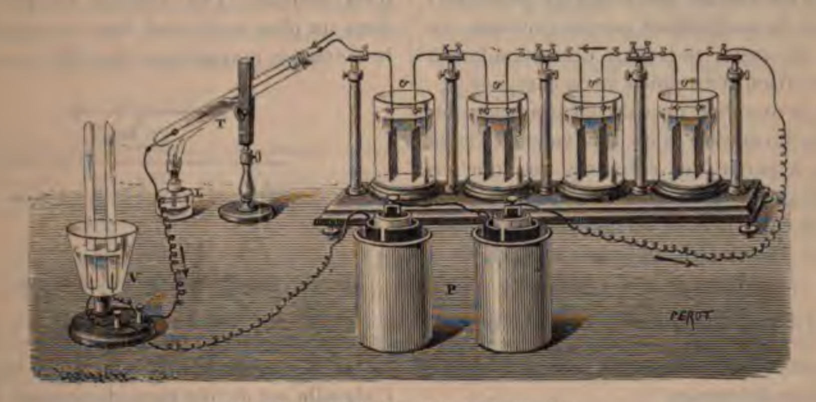


Fig. 288. — Vérification de la loi de Faraday.

On la vérifie en intercalant dans un même circuit un voltamètre à eau et des tubes contenant différents sels, par exemple en T du protochlorure d'étain fondu, et en v, v', v'', v''' du sulfate de cuivre, de l'acétate de plomb, du nitrate d'argent, du sulfate de cadmium (fig. 288). Toutes les électrodes sont en platine pour éviter les actions secondaires.

Les équivalents qui satisfont à cette loi sont dits *équivalents électrochimiques :* ce sont 1 pour l'hydrogène, 8 pour l'oxygène, etc. Pour les oxydes et chlorures supérieurs, il faut, pour que la loi soit applicable, écrire leur équivalent de façon qu'il renferme un seul équivalent du radical associé au métal : $Fe^{\frac{2}{3}}Cl, SO^4Fe^{\frac{2}{3}}$, etc.

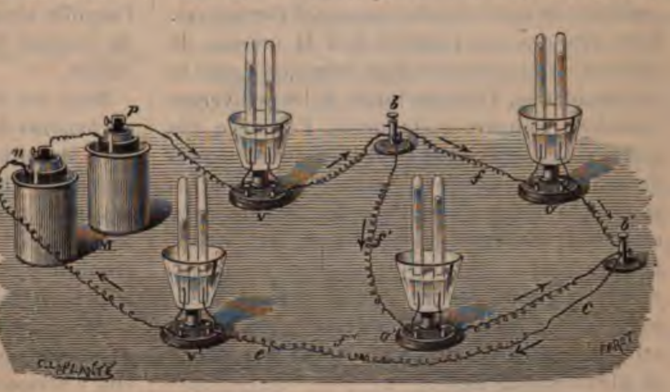


Fig. 289. — Vérification de la loi de Faraday.

Si le courant se bifurque, il est évident que l'action chimique dans chaque dérivation est inférieure à l'action totale, et en raison inverse de la résistance de cette dérivation. Si l'on installe deux voltamètres V et V' sur le circuit général (fig. 289) et deux autres v et v' en dérivation entre les premiers, les quantités d'eau décomposées sont égales en V et V'; elles sont aussi égales en v et v', les deux dérivations ayant même résistance, mais elles sont moitié moindres que dans les deux premiers vases.

Ces lois permettent de mesurer l'intensité des courants en valeur absolue à l'aide des actions électrolytiques (Voy. INTENSITÉ).

Travail de l'électrolyse. — Il résulte des lois précédentes, qu'une quantité déterminée d'électricité, par exemple un coulomb, traversant divers électrolytes, en décomposera des quantités équivalentes. Ainsi un coulomb décompose toujours, quel que soit l'électrolyte, $\frac{1}{96\,600}$ ou 0,000 010 35 de son équivalent en poids. Soit a cette fraction et e l'équivalent en poids. Un coulomb décompose donc toujours un poids ae d'é-

lectrolyte. Or, cette décomposition exige une quantité de chaleur variable suivant la nature des composés; le travail fourni par un coulomb varie donc aussi en même temps. Mais le travail électrique étant toujours le produit d'une différence de potentiel par une quantité, il doit nécessairement se produire entre les deux électrodes d'un voltamètre une chute de potentiel ε telle que, en la multipliant par un coulomb, on obtienne, en watts, le travail correspondant à la décomposition d'un poids *ae* du composé.

Si Q est le nombre de calories-grammes dégagé par la formation d'un équivalent *e* de la substance, à partir des éléments que met en liberté l'électrolyse, la quantité dégagée pour un coulomb est *a*Q, et le travail correspondant J*a*Q, J étant l'équivalent mécanique 4,17. On a donc :

$$\varepsilon = JaQ = 4{,}17 \times 0{,}000\,010\,35\,Q = 0{,}0432\,Q,$$

équation qui donne la chute de potentiel ε pour un électrolyte déterminé.

Prenons l'eau pour exemple; on sait que Q = 34 600 calories : on en tire ε = 1,49 volt, ce qui explique pourquoi il est impossible de décomposer l'eau avec un seul élément de Volta ou de Daniell, la force électromotrice de ces couples étant inférieure à 1,49.

Applications de l'électrolyse. — Il est peu de phénomènes électriques qui présentent des applications aussi nombreuses que l'électrolyse. Nous citerons en premier lieu la mesure de l'intensité des courants (Voy. INTENSITÉ), puis la galvanoplastie, l'électrochimie et leurs diverses branches, l'électro-métallurgie, l'affinage des métaux, la purification des phlegmes et alcools de mauvais goût (Voy. ALCOOLS), le blanchiment et la désinfection, l'ajustage des pièces de monnaie, l'analyse électrolytique, etc. Enfin, non seulement l'électrolyse a permis de découvrir certains métaux (potassium, sodium, etc.), mais elle est encore pour certains autres le seul mode de préparation, ou au moins le procédé le plus avantageux.

ÉLECTROLYTE. — Composé susceptible d'être décomposé par un courant électrique. Les électrolytes doivent être liquides; les corps solides doivent donc être fondus ou dissous.

ÉLECTROLYTIQUE. — Qui a le caractère d'un électrolyte ou qui a rapport à l'électrolyse.

ÉLECTROMAGNÉTIQUE. — Qui a rapport aux phénomènes de l'électromagnétisme.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — Action des courants sur les aimants et des aimants sur les courants. Quelquefois on comprend au ce nom les actions réciproques des cc que nous avons décrites au mot ÉLECT MIQUE.

Action des courants sur les aimants. — O constaté en 1820 qu'une aiguille aimant être déviée de sa position d'équilibre par d'un courant. Une aiguille aimantée dans un plan horizontal étant en équilit le méridien magnétique (fig. 290), on te

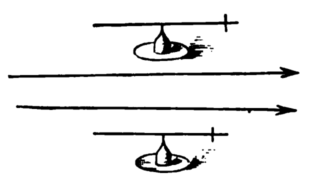


Fig. 290. — Expérience d'Œrsted.

ce plan, au-dessus ou au-dessous d'ell de cuivre dans lequel on lance un c L'aiguille est déviée immédiatement d'u d'autant plus grand que le courant intense.

Œrsted a déterminé le sens de la d dans les différents cas, et Ampère a ces résultats dans un énoncé unique. Po il supposait placé sur le fil de cuivre u vateur recevant le courant des pieds ver et tourné constamment de manière à r l'aiguille aimantée. On appelle gauche e du courant la gauche et la droite de ce vateur.

Dans ces conditions, *le pôle nord de l est toujours dévié vers la gauche du coura*

La déviation augmentant avec l'inter courant, l'expérience d'Œrsted four moyen de mesurer les intensités ; tel est le principe du galvanomètre et d'un nombre d'instruments analogues (am tres, boussoles).

Dans l'expérience d'Œrsted, l'aiguill se placer perpendiculairement au cou elle y arriverait toujours, quelle que s tensité, si l'action de la terre ne tend ramener dans le méridien. Pour s'en on répète l'expérience avec une aigui le pivot est parallèle à l'aiguille d'incl et qui tourne par suite dans un plan diculaire à cette direction.

Expériences de Biot et Savart. — Un rectiligne indéfini donne évidemmen surfaces de niveau des plans équidistants par son axe, et pour lignes de force des concentriques ayant leurs centres sur l

:teur. La force est la même en tous les d'une même circonférence; Biot et Sa-ıt montré qu'elle varie en raison inverse istance.

très petite aiguille aimantée étant sus-; à un fil de soie, on la fait osciller d'a-ous la seule action de la terre, et l'on ıine le nombre d'oscillations n qu'elle fait ; seconde. On a, d'après la formule du le (Voy. Méthode des oscillations),

$$n^2 = KH,$$

ıt l'intensité horizontale du champ terres-t K une constante qui dépend du mo-l'inertie de l'aiguille et de son aimanta-

ılace ensuite un fil de cuivre vertical à stance a dans le plan vertical mené par ieu de l'aiguille perpendiculairement au ien, et l'on fait passer un courant dans L'aiguille oscille alors sous l'action simul- H + F de la terre et du courant, et l'on a

$$N^2 = K(H + F).$$

ısportant ensuite le courant à une dis- a' dans le même plan, on a

$$N'^2 = K(H + F').$$

ı

$$\frac{F}{F'} = \frac{N^2 - n^2}{N'^2 - n^2}.$$

on calcule le second membre, on trouve st égal à $\frac{a'}{a}$. Donc

$$\frac{F}{F'} = \frac{a'}{a}.$$

érifie d'ailleurs que l'action est propor-ılle à l'intensité. Donc

$$F = \frac{2ki}{a},$$

ıstante k dépendant de l'unité choisie pour ısité.

élémentaire de Laplace. — Laplace a cal-en partant de l'expérience précédente, n réciproque d'un pôle et d'un élément de ıt. Il a trouvé

$$f = k\frac{mi\,ds \sin\alpha}{r^2},$$

nt la masse du pôle, ds la longueur de ıent de courant, r la distance du pôle au ı de l'élément, et α l'angle de l'élém ıc la distance r. L'action de l'élé le pôle est appliquée au milieu de l'élément et de la droite r; elle est dirigée vers la gauche du courant, l'observateur qui la personnifie regardant le pôle. L'action du pôle sur l'élément est évidemment une force égale et directement opposée à la première; elle est donc appliquée au milieu de l'élément et non au pôle. Cependant, si, au lieu d'un élément, on considère un courant fermé tout entier, la résultante des actions d'un pôle sur ce courant passe par le pôle.

En transformant la valeur de f, on peut donner à la loi de Laplace la forme suivante :

L'action qui s'exerce sur un élément de courant placé dans un champ magnétique est égale au produit de l'intensité électromagnétique du courant par l'aire du parallélogramme construit sur l'élément et l'intensité du champ. Elle est dirigée normalement au plan du parallélogramme, vers la gauche du courant, si celui-ci regarde dans la direction du champ.

Action des aimants sur les courants. — La loi de Laplace fait connaître à la fois l'action d'un courant sur un aimant et l'action réciproque, mais nous n'avons vérifié expérimentalement que la premère. Pour vérifier la seconde, il suffit de faire agir un aimant fixe sur un courant mobile, ce qui peut se faire à l'aide de l'appareil décrit à l'article Électrodynamique. Ces actions peuvent encore se manifester par un certain nombre d'expériences qu'on trouvera soit au mot Rotation, soit à leur ordre alphabétique.

ÉLECTRO-MÉDICAL (Appareil). — (Voy. Électricité médicale, Bobine, Machine d'induction.)

ÉLECTRO-MÉGALOSCOPE. — Appareil imaginé par le Dr Boisseau du Rocher, et qui sert à éclairer les cavités intérieures du corps pour en faciliter l'observation. Une petite lampe à incandescence, de 4 mm. de diamètre, alimentée par une pile à insufflation du même inventeur, est fixée à l'extrémité d'une sonde droite ou courbe et éclaire l'organe dans lequel on l'introduit. Un petit prisme reçoit les rayons émis par l'organe éclairé et les dirige suivant l'axe de l'instrument; ils traversent ensuite un système de deux lentilles convergentes à court foyer, qui donnent une image réelle et très petite de la partie éclairée. Cette image est observée à l'aide d'une lunette qui termine la sonde, et qui donne le grossissement qu'on désire. Cet appareil diffère de l'électro-endoscope, du polyscope, etc., par la disposition du système opti- ...met d'observer un champ considé- ...ion, en grandeur naturelle

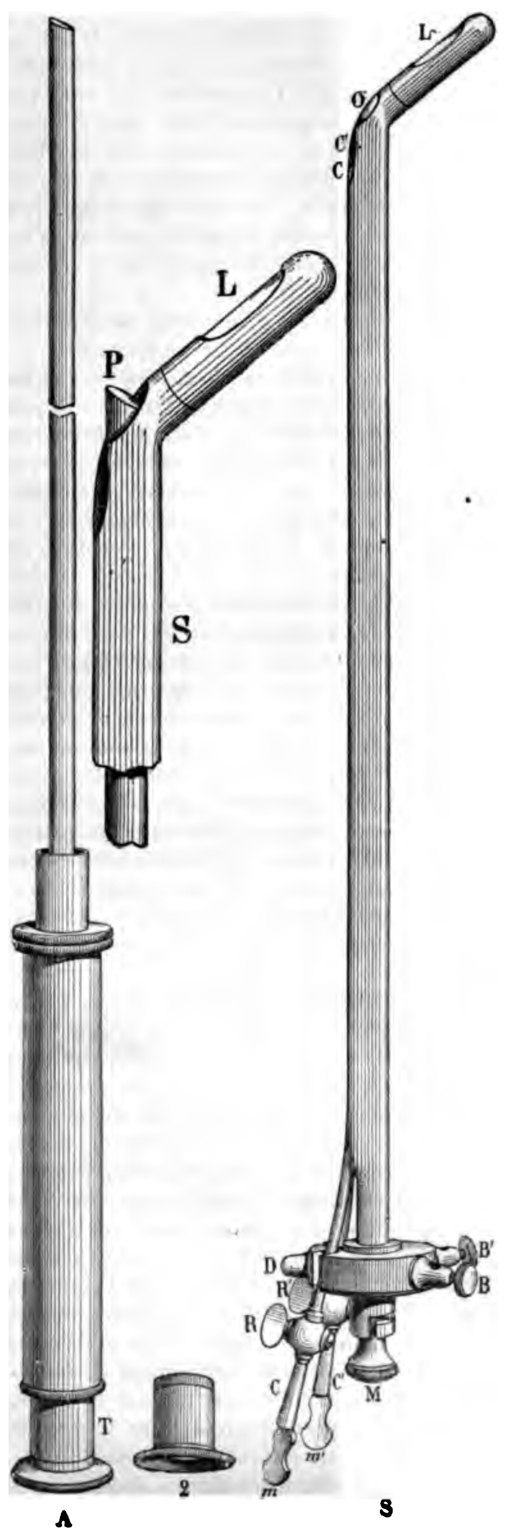


Fig. 291. — Électro-mégaloscope de Boisseau du Rocher.

ou avec le grossissement voulu et d'avoi vue d'ensemble de l'organe.

Les dispositions mécaniques offrent en les avantages suivants : 1° lavage de la ca examiner avec l'endoscope lui-même, poı l'on puisse renouveler le lavage s'il en e soin, en retirant la partie optique seule ; 2 sibilité d'entretenir la limpidité du liquid en faisant l'examen (fait important po vessie par exemple) ; 3° faculté de pra avec l'instrument diverses opérations suı gane que l'on examine ; 4° asepticité con de l'instrument, grâce à un montage spéci lentilles, qui permet de passer l'instrum l'étuve et aux acides.

La figure 291 montre l'électro-mégalo vésical ; l'extrémité de la sonde est repré séparément :

L lanterne et lampe à incandescence. verture pour le passage de la partie opti C C' sonde à double courant pour lavag thétérisme des uretères, etc. B, B' con D bouton repère. M, *m*, *m'* mandrins fe les ouvertures O, C, C' pour permettre l duction dans l'organe. R, R' robinets. A optique munie de ses occulaires 1, 2. S P objectif faisant saillie dans l'organe pa verture O.

ÉLECTROMÉTALLURGIE. — L'électro lurgie a pour but soit de séparer les méta leurs minerais par l'électrolyse, soit de l rifier par le même procédé. Le cuivre plomb ont seuls été jusqu'à présent r dans l'industrie par voie électrolytique l'avantage de les obtenir ainsi chimiqu purs et d'en extraire en même temps les quantités de métaux précieux qu'ils p contenir. Les méthodes employées dans sont décrites aux mots AFFINAGE et AN Nous n'y reviendrons pas, et nous indiqı ici seulement les procédés qui servent a tement des minerais.

L'origine de l'électrométallurgie est rience par laquelle Davy en 1807 a déc le potassium. Les premiers essais indu ont été faits par Becquerel en 1835 dar usine située à Grenelle. Du minerai d' pulvérisé était d'abord chloruré, puis dans l'eau salée. 900 mètres cubes de cett tion furent soumis en une seule fois à l'é lyse et donnèrent en vingt-quatre heures logrammes d'argent. Après dix ans d' Becquerel reconnut c cédé que donna pl

. Il en est encore malheureusement de aujourd'hui dans la plupart des cas.

aration électrolytique des métaux. — Les és électrolytiques sont cependant em- dans quelques usines. Ainsi M. Lé- , dans ses usines de Saint-Denis et milly, extrait le zinc de son sul- *blende.* Une certaine quantité de est grillée à une température ée dans un four à réverbère, puis par l'eau qui dissout le sulfate La dissolution est ensuite électro- et laisse déposer une partie du Le résidu liquide, devenu plus n acide sulfurique, est versé sur nerai, et reforme du sulfate qu'on lyse de nouveau. En utilisant ainsi sulfurique des bains, il suffit de un peu de minerai pour compen- pertes. Les cathodes, qui doivent solubles, sont en plomb, les anodes c. Le courant est fourni par une ne de Gramme et un moteur à va-

Blas et Miest ont fait breveter en ue en 1881 un procédé plus avan- . Le minerai est broyé et agglo- par une forte pression, sous l'in- e de la chaleur, en plaques que l'on uti- mme anodes solubles dans une disso- de sulfate de zinc. Les cathodes sont en L'électrolyse donne un dépôt de zinc et cide sulfurique, qui attaque la blende en érant le sulfate avec dépôt de soufre. rgie à fournir est 2,5 fois plus faible que la méthode précédente.

procédé n'a pas été utilisé industrielle- mais il a été appliqué par M. Marchese inerais de cuivre. La *Societa anonima ita- di miniere di reame e di electrometalurgia Société anonyme de Stolberg et de Westpha-* 85) exploitent ce procédé.

ion des minerais. — Une autre branche de rométallurgie n'a rien de commun avec rolyse : elle consiste à fondre les mine- r la chaleur de l'arc voltaïque : on obtient une température supérieure à celle que la combustion du charbon ou même de ogène.

V. Siemens se sert d'un creuset ordinaire C dans une enveloppe métallique (fig. 292), l est séparé par une matière D infusible duisant mal la chaleur, par exemple du n de bois pulvérisé. Une tige de fer ou tine E, reliée au pôle positif d'une puissante machine, traverse le fond du creuset, et un charbon F, en communication avec le pôle négatif, traverse le couvercle. Un régulateur APA'B règle automatiquement l'arc élec-

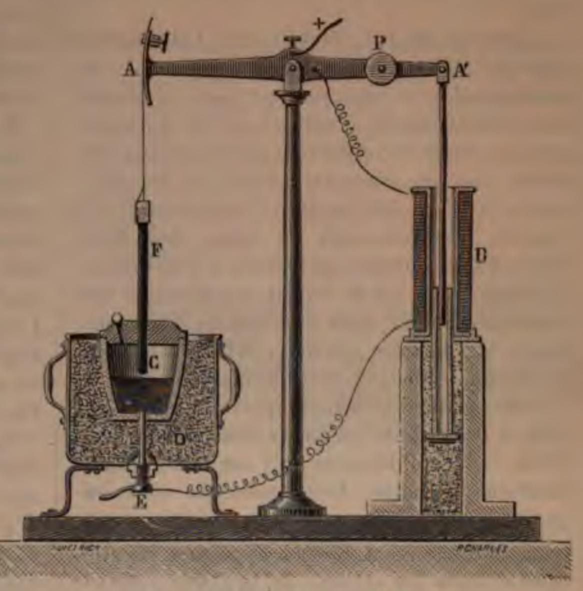


Fig. 292. — Creuset électrique de W. Siemens.

trique et remédie à l'usure du charbon négatif.

Le fourneau électrique présente les avantages suivants : température théoriquement illimitée, atmosphère complètement neutre, exécution facile; en outre, la température de la masse est supérieure à celle du creuset, contrairement à ce qui a lieu dans les procédés ordinaires.

Préparation électrique de l'aluminium. — L'aluminium est l'un des métaux qu'il y aurait le plus d'avantages à obtenir par l'électricité. « Il semble en effet posséder à lui seul toutes les qualités qui font rechercher les différents métaux. Il est à la fois aussi ductile et aussi malléable que le cuivre, aussi tenace que le fer, aussi inaltérable à l'air que l'or et l'argent, excellent conducteur de la chaleur et de l'électricité, plus fusible que le cuivre et l'argent, et par conséquent très facile à couler et à travailler au marteau. En outre, il possède une légèreté extraordinaire qui le rendrait plus précieux encore dans maintes circonstances. Sa densité est trois fois moins grande que celle du fer, quatre fois moins grande que celle du cuivre; elle est égale seulement à 2,56.

« En outre, l'aluminium s'allie avec un grand nombre de métaux, et leur donne une série de

propriétés nouvelles et précieuses. C'est ce qui arrive avec le cuivre quand on l'y ajoute dans une proportion variant de 2 à 10 p. 100; il le rend plus inaltérable, plus dur, plus tenace, tout en lui laissant sa ductilité et sa malléabilité.

« Au prix où est actuellement l'aluminium (plus de 100 francs le kilogramme), il n'est guère employé à l'état pur que pour la confection d'instruments d'optique et de chirurgie. Allié au cuivre et constituant le bronze d'aluminium, il sert en orfèvrerie; on en fait des coussinets de tour, des navettes de tisserand, des casques, des fourreaux de sabre, des objets d'art. Mais si l'on pouvait le livrer à 5 ou 6 francs le kilogramme, on le verrait se substituer très avantageusement, dans une infinité de circonstance, aux métaux précieux, au fer et au cuivre lui-même. » (Bouant, *la Galvanoplastie.*)

Cette production économique de l'aluminium, c'est à l'électricité qu'on la demande aujourd'hui, et il semble qu'on soit sur la voie d'une solution prochaine. Deux procédés sont employés.

La méthode de M. Cowles, appliquée régulièrement dans les ateliers de la *Cowle' s electric smelling and aluminium Company,* de Cleveland (Ohio), est fondée sur l'emploi du creuset électrique. Le minerai (corindon) est concassé, mélangé avec du cuivre et du charbon et introduit dans le fourneau, qui est formé d un cylindre en briques garni de charbon en poudre, ayant 1,50 m. de longueur. Deux électrodes de charbon amènent le courant au milieu de la masse. On recouvre d'une couche de charbon et d'un couvercle en tôle garni de briques; on laisse quelques ouvertures pour l'échappement des gaz. Le corindon est réduit par le charbon, en donnant de l'aluminium et de l'oxyde de carbone. L'aluminium s'allie au cuivre qui sert à l'empêcher de s'unir au carbone, et se transporte au pôle négatif.

Le courant est produit par des machines Brush fournissant 1300 ampères et 50 volts, soit 85 chevaux. Un rhéostat de maillechort règle le courant. L'opération dure cinq heures : au commencement on ne lance qu'un faible courant; après dix minutes le cuivre est fondu; on écarte les électrodes et l'on supprime la résistance pour donner l'intensité maximum.

Dans une nouvelle usine, située à Lockport, près de New-York, et pour laquelle M. Brush a construit une dynamo de 500 chevaux, on espère arriver à obtenir l'aluminium pur, et non allié. Des usines analogues viennent d'être achevées, notamment à Anvers et à Sch
D'après M. Cowles, son procédé pourrait
extraire également l'aluminium de ses
minerais, cryolithe, argile, etc., et auss
parer d'autres corps, magnésium, man
calcium, silicium, bore, etc. De plus les
formées dans la préparation du bronze
minium renferment des rubis et des
enchâssés dans la masse.

Le Dr Kleiner, de Zurich, est arrivé à
l'aluminium pur en traitant la cryolithe (f
double d'aluminium et de sodium) par
cédé analogue. Le minerai pulvérisé e
dans des creusets en plombagine, trave
des électrodes de charbon. On emploie
rant de 80 à 100 volts et de 60 à 80 a
L'opération dure de deux à trois heu
masse incandescente fond; l'arc cesse
se produire, et il y a une véritable élec
On obtient le métal en lingots.

Outre les procédés qui précèdent, nous
signaler aussi un procédé électrolytique
ment imaginé par M. T. Senet, et qui p
déposer l'aluminium aussi facilement
et l'argent. Il consiste à faire passer le
dans une dissolution saturée de sulfat
mine et dans une dissolution de sel m
deux liquides étant séparés par une clo
reuse. Il se forme d'abord un chlorure
d'aluminium et de sodium qui se dé
ensuite, et l'aluminium se porte sur l
recouvrir qui est placé à l'électrode n
Un courant de 6 à 7 volts et 4 ampères
parfaitement.

Les exemples précédents suffisent p
comprendre les avantages que l'on pou
rer de l'électrométallurgie, lorsque le
dés seront devenus plus économiques.

ÉLECTROMÈTRE. — Instrument se
mesurer des quantités d'électricité ou
férences de potentiel. On a essayé aut
transformer en électromètre l'électro
feuilles d'or, le pendule, etc.

Le pendule représenté figure 293 a
nom d'*électromètre de Henley*, bien qu'il
plus qu'à constater si une machine ou
terie fonctionne convenablement. Il e
d'une balle de sureau portée par une
gide A, suffisamment conductrice, et qu
autour du point B; un cadran divisé m
déviation. Sans insister davantage sur
reils anciens, nous décrirons seule
électromètres usités actuellement.

Balance de Coulomb. — Cet appare
plus haut, peut servir à mesurer une

trique en va eur absolue. En effet, suppo- qu'on donne aux deux boules des charges es q; si l'angle d'écart α ne dépasse pas 20°,

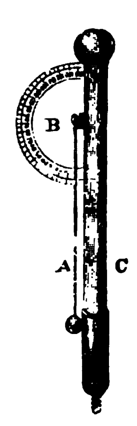


Fig. 293. — Électromètre de Henley.

peut admettre que la distance des boules $r\alpha$, r étant la longueur de l'aiguille; la force donc

$$f = \frac{q^2}{r^2\alpha^2}.$$

'autre part, si l'on a tordu le micromètre érieur de T, la torsion est $T + \alpha$, et, en égales moments, on a

$$fr = C(T + \alpha)$$

$$q^2 = Cr(T + \alpha)\alpha^2.$$

lectromètre à quadrants.— Cet instrument, giné par sir W. Thomson vers 1872, se com- essentiellement d'une aiguille d'alumin NN en forme de 8 (fig. 294), supportée

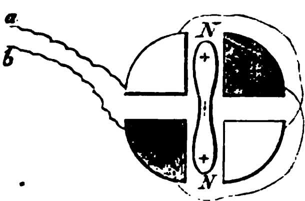


Fig. 294. — Principe de l'électromètre à quadrants.

une suspension bifilaire au centre d'une e de boîte cylindrique plate en métal, di- e en quatre quadrants isolés, que l'on réu- deux à deux en croix. Chaque paire de sec- s est reliée avec une petite tige isolée qu'on elle son *électrode*, et qui sert à la mettre en munication avec l'extérieur. Les déviations toujours très petites et on les mesure par méthode du miroir.

Si l'on porte l'aiguille à un potentiel V et les deux paires de quadrants à des potentiels V_1 et V_2, on démontre que la déviation α est donnée par la formule

$$\alpha = A(V_1 - V_2)\left[V - \frac{V_1 + V_2}{2}\right].$$

De là résultent plusieurs manières d'employer l'instrument. On peut charger les deux paires de secteurs à des potentiels constants en les reliant aux deux pôles d'une pile de 50 ou 100 éléments très petits, dont le milieu communique avec le sol. On a $V_2 = -V_1$, et, si l'on relie l'aiguille au corps dont on veut connaître le potentiel V, on a

$$\alpha = 2AV_1V.$$

La déviation est donc proportionnelle au potentiel cherché.

Si au contraire on relie l'une des paires de quadrants au sol, et l'autre avec l'aiguille, on a $V_1 = V$ et $V_2 = 0$, et par suite

$$\alpha = A\frac{V^2}{2}.$$

La déviation est proportionnelle au carré du potentiel, et toujours de même sens, quel que soit le signe de V.

Enfin, si l'on veut mesurer la différence de potentiel $V_1 - V_2$ entre deux corps ou entre un corps et le sol, on peut les relier aux deux paires de secteurs, et communiquer à l'aiguille une charge fixe. En négligeant le dernier terme de la parenthèse, ce qui peut se faire si V est très grand par rapport à $\frac{V_1 + V_2}{2}$, on a sensiblement

$$\alpha = A(V_1 - V_2)V.$$

Cette dernière disposition est celle qu'avait adoptée sir W. Thomson. Vu l'importance de cet appareil, nous décrirons d'abord le modèle primitif, malgré sa complication.

Les figures 295 et 296 montrent la coupe et l'ensemble de l'électromètre sous sa forme la plus soignée, tel qu'il est construit par White, de Glasgow. Les dimensions sont indiquées en pieds et pouces anglais.

Les quadrants et l'aiguille sont placés dans un globe de verre renversé porté par trois pieds à vis calantes. Outre ces pièces principales, le globe contient un certain nombre de parties accessoires, que nous allons décrire successivement, et qui sont destinées à vérifier si la charge de l'appareil est parfaitement constante, et à lui rendre sa valeur exacte, si elle s'en est un peu écartée.

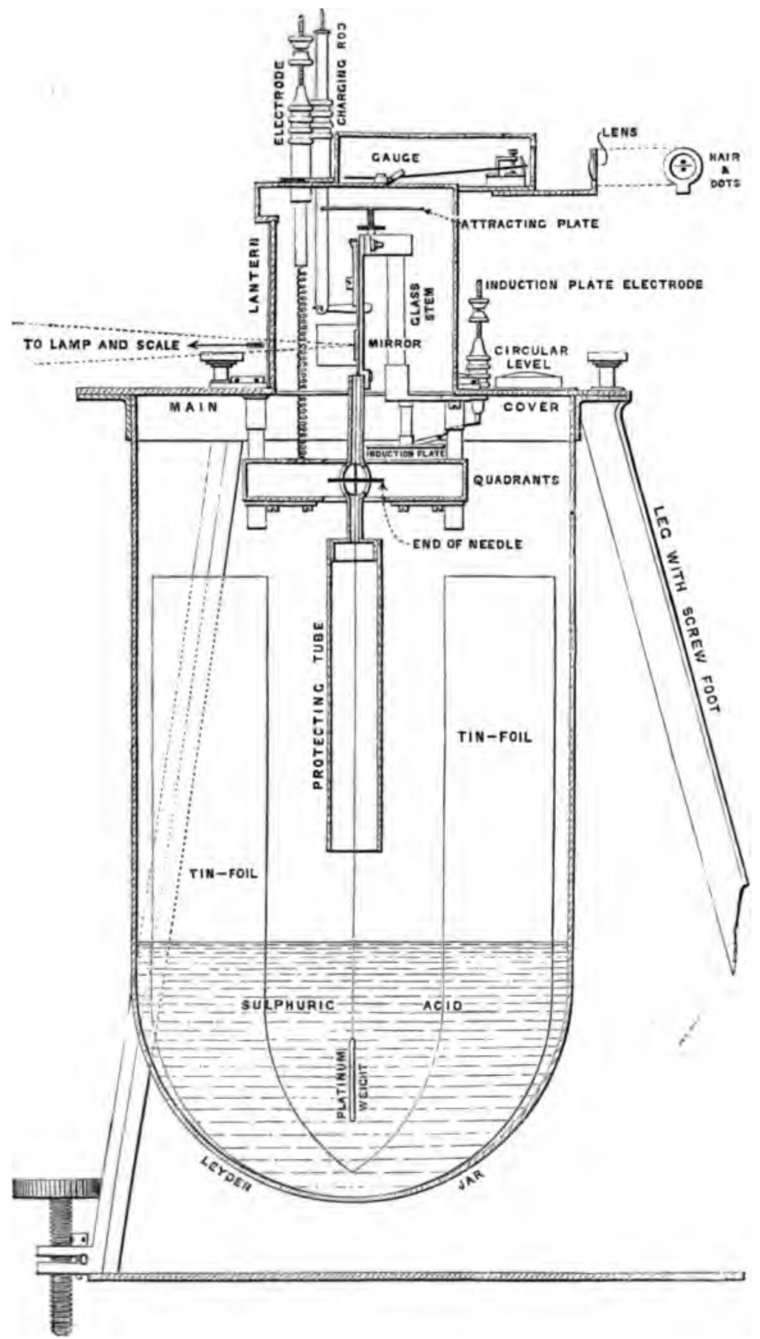


Fig. 295. — Coupe de l'électromètre à quadrants de Thomson.

Charging rod, tige de charge; *Gauge*, jauge; *Lens*, lentille; *Hair and dots*, cheveux et points; *Attracting* attirante; *Glass Stem*, tige de verre; *Induction plate électrode*, électrode de la plaque d'induction; *Mirror*, miroir; *scale*, à la lampe et à l'échelle; *Circular level*, niveau circulaire; *Main Cover*, couvercle principal; *End of Needle*, bout *Tin-Foil*, feuille d'étain; *Platinum Weight*, masse de platine; *Leyden jar*, bouteille de Leyde; *Leg with screw foot*, vis calante. Emprunté à J. E. H. Gordon, *Traité d'électricité et de magnétisme*, t. I, planche III.

Un couvercle principal, métallique, ferme le globe de verre, et supporte une lanterne de laiton, fermée antérieurement par plane. Cette lanterne renferme le fi

...sion. Un fil de platine, terminé par un ...s de même nature, est suspendu à la partie inférieure de l'aiguille et plonge dans une couche d'acide sulfurique qui remplit le fond

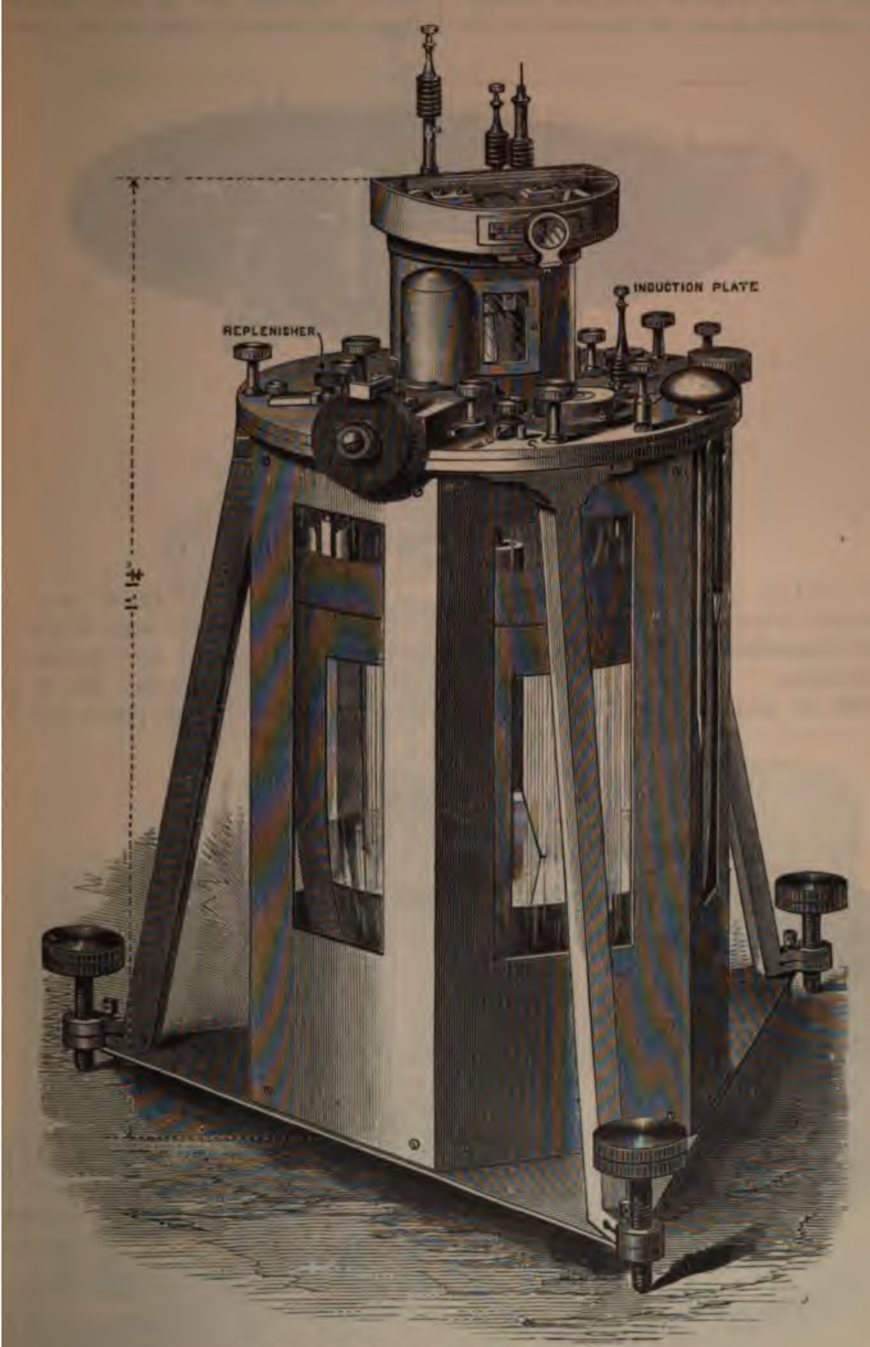


Fig. 296. — Électromètre à quadrants de Thomson.

...pareil. Ce fil sert à charger l'aiguille, ...ottement du poids dans l'acide contri... ...rrêter les oscillations. En outre, l'acide sulfurique sert à dessécher l'air et constitue, avec des bandes d'étain collées à l'extérieur du verre, une sorte de bouteille de Leyde dont

nous verrons plus loin l'utilité. Un tube de métal entoure et protège le fil de platine sur une partie de sa longueur. Les trois électrodes font saillie au-dessus du couvercle; en les

soulevant, on peut rompre leur con
tion avec l'intérieur : celle de gauche e
sentée soulevée sur la vue d'enser
figure 297 montre le couvercle vu par-

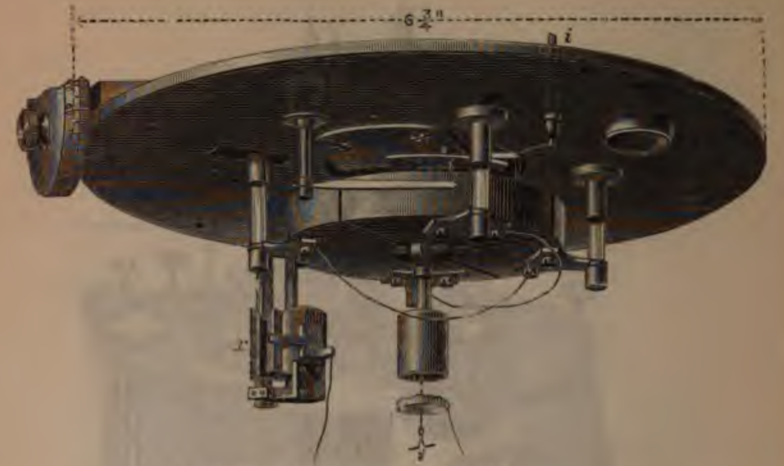


Fig. 297. — Couvercle principal de l'électromètre.

Au centre sont les quadrants, avec le tube qui protège le fil; le rechargeur *r* est à gauche, et la plaque d'induction *i* au-dessus d'un des quadrants de droite.

L'aiguille est toujours reliée à la bouteille

de Leyde formée par l'acide et les
d'étain. La *jauge* est une sorte de peti
mètre destiné à vérifier si ce système
bien un potentiel constant. Elle se
d'une plaque métallique placée près

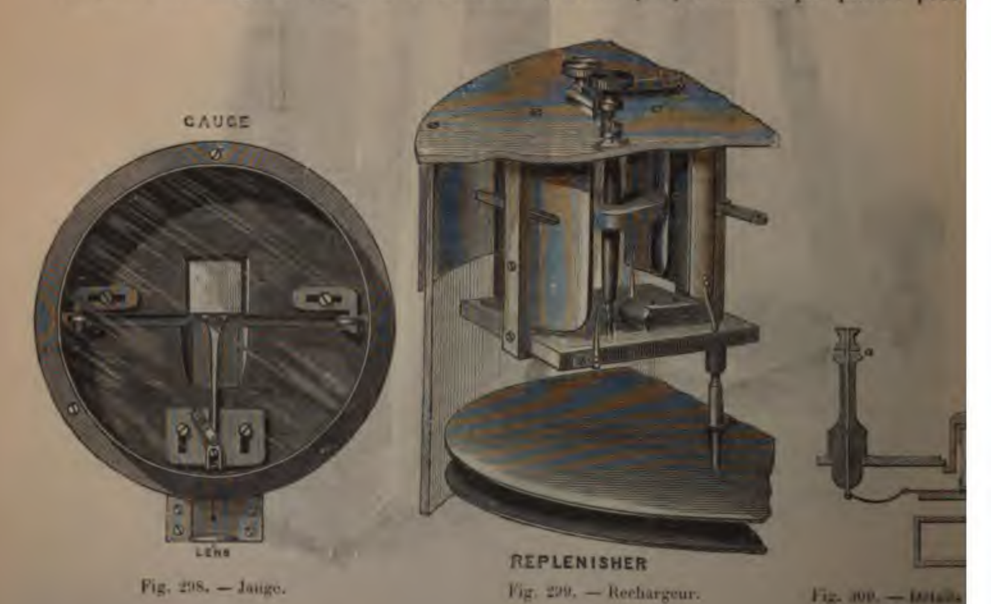


Fig. 298. — Jauge.

Fig. 299. — Rechargeur.

Fig. 300. — Détails
d'inductio

met de la lanterne (voy. la coupe); cette plaque est isolée et reliée seulement à l'aiguille et à l'acide sulfurique. Elle se charge ainsi et attire une petite feuille carrée d'aluminium (fig. 298),

placée au-dessus d'elle à l'extrémité d
fléau de balance, dont l'autre bout se
par une fourchette horizontale, entre
de laquelle est tendu un cheveu. Un

...maillée blanche, marquée de deux points ...noirs, est fixée au massif de l'instrument et fait saillie entre les dents de la fourche. On observe à l'aide d'une lentille (*lens*); si l'ai-

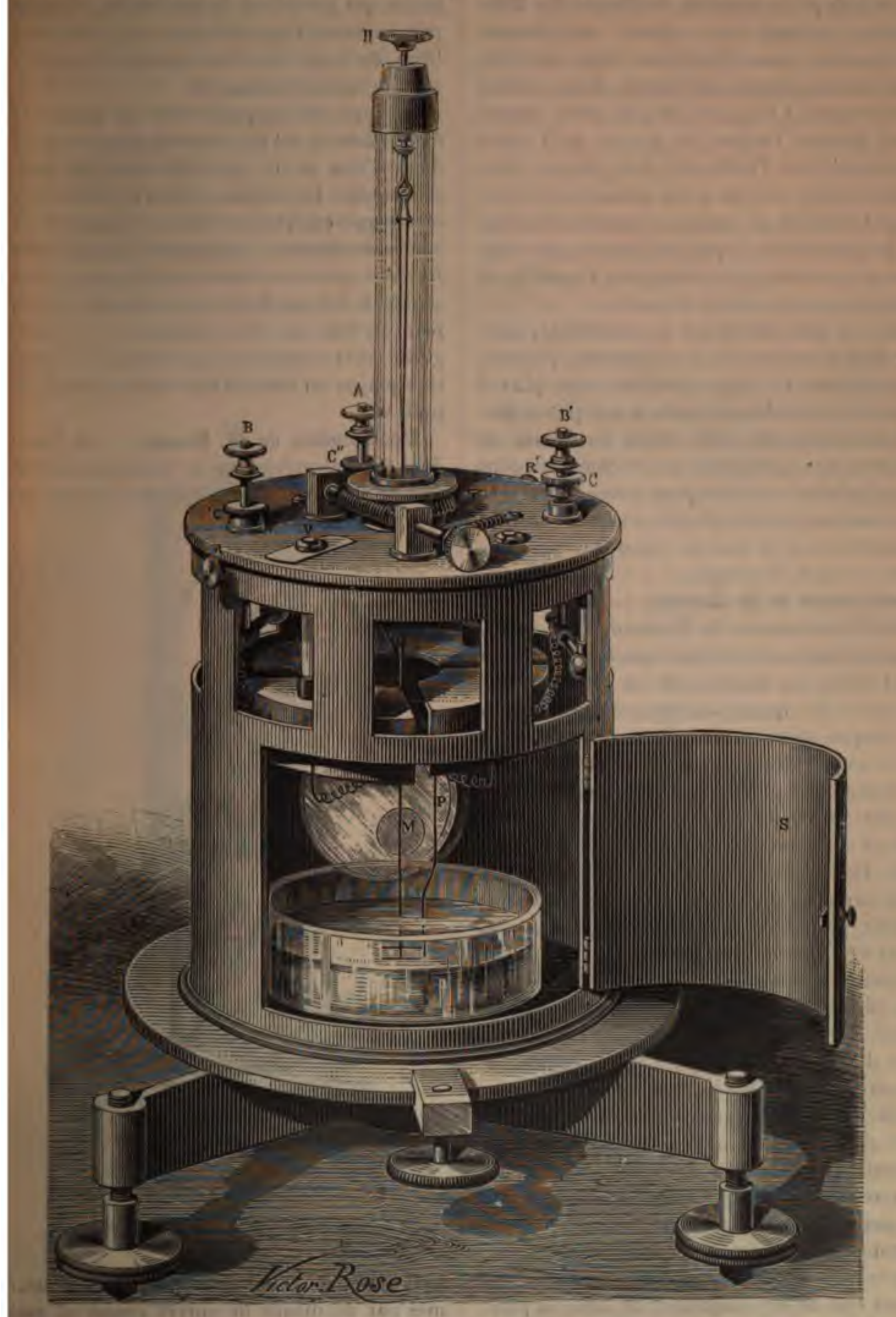


Fig. 301. — Électromètre de M. Mascart.

...e a la charge convenable, le cheveu appa... exactement entre les repères; si la charge croît, l'attraction augmente, et le cheveu s'élève. Il descend dans le cas contraire.

Si la charge a varié, on la ramène à sa valeur normale à l'aide du *rechargeur* (*replenisher*), sorte de petite machine électrique (fig. 299) : un arbre, portant deux pièces métalliques, peut tourner dans l'intérieur d'un cylindre portant deux plaques de métal fixes, reliées respectivement à l'aiguille et à la terre. Quand on fait tourner l'arbre, les pièces qu'il porte s'électrisent sous l'influence des plaques fixes et cèdent leur charge à des ressorts qu'elles viennent toucher au moment convenable. Suivant le sens dans lequel on tourne, on augmente ou on diminue la charge de l'aiguille, et on la ramène à sa valeur normale.

Enfin on peut diminuer la sensibilité, lorsqu'on veut mesurer des potentiels un peu élevés, en reliant le corps électrisé, non plus à une paire de quadrants, mais à une petite *plaque d'induction e* (fig. 300), située au-dessus de l'un d'eux. Les quadrants ne se chargent plus que par influence, et l'on peut diminuer la sensibilité en éloignant la plaque ; *c* représente l'un des quadrants, *i* la tige de verre qui porte la plaque, et *a* son électrode.

Électromètre de M. Mascart. — M. Mascart a modifié l'électromètre de Thomson en y introduisant quelques simplifications. C'est l'aiguille qui est reliée au corps dont on veut mesurer le potentiel. Les quadrants reçoivent une charge fixe, chaque paire communiquant respectivement avec l'un des pôles d'une pile constante, par exemple 40 éléments zinc, cuivre et eau, pour des essais de courte durée, ou des éléments au chlorure d'argent, pour des essais prolongés. Cette pile est isolée avec soin, et son milieu communique avec le sol, de sorte que les deux paires de quadrants reçoivent des charges égales et contraires.

L'aiguille est portée par une suspension bifilaire (fig. 301) et supporte un fil de platine, terminé par de petits fils transversaux, qui plonge dans un vase rempli d'acide sulfurique concentré ; cette disposition sert à charger l'aiguille et à amortir les oscillations. Les quadrants sont fixés au couvercle métallique de l'appareil par des tiges de verre ; l'un d'eux peut être déplacé, en poussant la tête de vis V, pour permettre d'introduire l'aiguille. Leurs électrodes BB' portent de petits chapeaux CC', qui glissent à frottement doux sur la tige. En relevant l'un de ces chapeaux, on isole la paire de quadrants correspondante ; en l'abaissant on la fait communiquer avec la cage et par suite avec le sol. L'électrode A sert à charger l'aiguille, au moyen d'un fil de platine P qui plonge dans l'acide sulfurique. Le tube verre supérieur est commandé par une vis t gente, qui permet de le faire tourner lentem pour amener l'aiguille dans la position d'éq libre. On peut élever ou abaisser la suspens en tournant le bouton H.

La cage de l'appareil est en métal et être reliée au sol par l'intermédiaire d'une c duite d'eau ou de gaz ; elle sert alors d'écr et protège les organes contre toute influe électrique extérieure. Elle est percée de p sieurs ouvertures, une porte S, et huit fenêt fermées par des verres cylindriques, qui l sent voir les quadrants et l'aiguille. Un mir plan M, fixé au fil de platine porté par l' guille, sert à observer les déviations ; une l tille placée en face de lui rend les images pl nettes.

Électromètre de M. Branly. — M. Branl donné à l'électromètre de Thomson une for encore plus simple (fig. 302). Les secteurs cre

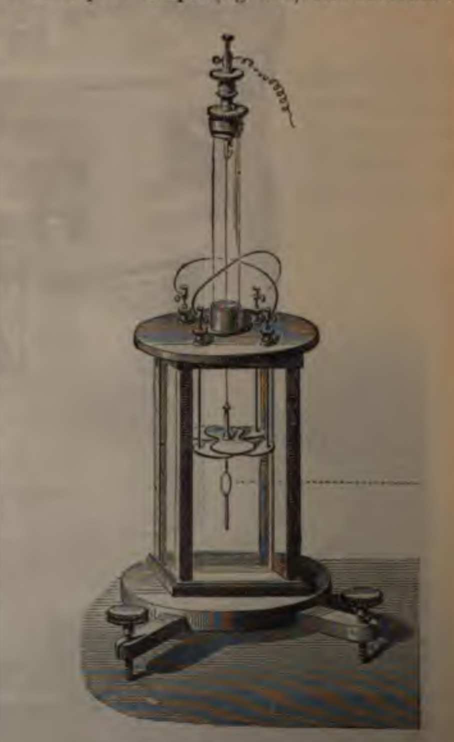


Fig. 302. — Électromètre de M. Branly.

sont remplacés par quatre secteurs plats, més par un disque de cuivre coupé en qua Ces secteurs sont portés par quatre tiges cuivre qui traversent le couvercle d'ébonit sont reliées en croix par des fils de même tal. L'aiguille, qui a toujours la forme d'u

uspendue au-dessus des secteurs par un argent fin, et porte au-dessous d'elle un ir pour les lectures. L'aiguille se charge l'intermédiaire du fil d'argent, et l'on fait r la sensibilité en l'élevant ou l'abaissant ou moins. La cage est en verre ou en l. Il est préférable de remplacer le fil d'ar- par une suspension bifilaire, semblable à du modèle précédent.

ctromètre de MM. Blondlot et Curie. — Blondlot et Curie ont remplacé l'aiguille en e de 8 de l'électromètre Thomson par deux -cercles isolés, mais réunis par une petite d'ébonite. Ces deux demi-cercles sont on- , comme les tambours des baromètres ané- s, afin de leur donner une rigidité suffi- . Cette aiguille est supportée par deux fils

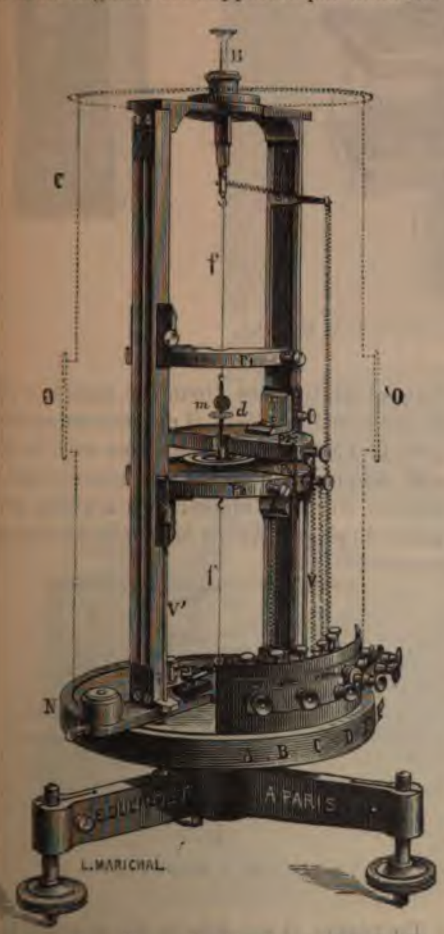


Fig. 303. — Électromètre Blondlot et Curie.

ent *ff* (fig. 303), qui servent en outre à char- s deux demi-cercles à des potentiels diffé- V_1 et V_2. Les quadrants sont remplacés par quatre demi-cercles fixes, placés deux au-dessus et deux au-dessous de l'aiguille. Dans la position d'équilibre, la ligne de séparation des demi-cercles mobiles est perpendiculaire à celle des demi-cercles fixes. Si ces derniers, réunis deux par deux, sont chargés à des potentiels V_3 et V_4, la déviation est

$$\alpha = k\,(V_1 - V_2)\,(V_3 - V_4).$$

Cet instrument peut servir comme wattmètre, en réunissant les deux moitiés de l'aiguille avec les deux points entre lesquels on veut mesurer l'énergie, et les deux paires de demi-cercles fixes avec les extrémités d'une résistance connue, placée dans le circuit général; la différence de potentiel entre les deux extrémités de cette résistance fera connaître l'intensité.

Électromètres enregistreurs. — M. Mascart a transformé l'électromètre décrit plus haut en un enregistreur photographique pour l'étude de l'électricité atmosphérique. L'électromètre B (fig. 304), chargé par la pile C, est placé dans une chambre obscure et relié par un fil isolé à un collecteur D à écoulement d'eau, placé au dehors, à une certaine hauteur au-dessus du sol. Le miroir de l'électromètre reçoit la lumière d'une lampe placée dans une lanterne et renvoie les rayons réfléchis sur une feuille de papier photographique placée dans la caisse A, avec une horloge qui la fait descendre d'un centimètre par heure. Souvent la ligne tracée diffère peu d'une ligne verticale; quelquefois elle présente une forme plus compliquée, comme le montre la figure 263.

Électromètres absolus. — Sir W. Thomson a construit un électromètre qui donne le potentiel en unités absolues. Il se compose essentiellement de deux disques horizontaux A et B, dont l'un A est suspendu par un ressort R et l'autre B peut être déplacé parallèlement à l'aide d'une vis (fig. 305). Le premier est à un potentiel constant V_1; le second est porté au potentiel V que l'on veut mesurer. On déplace le second plateau jusqu'à ce que son attraction sur le premier le fasse descendre, malgré l'action antagoniste du ressort, jusqu'à une position déterminée. L'attraction du plateau B est alors égale au poids P qu'il faudrait mettre sur le premier pour l'amener à la même position. Calculons cette attraction.

Si l'on fait abstraction des perturbations qui se produisent sur les bords, le champ est uniforme entre les deux plateaux parallèles; les surfaces de niveau sont des plans parallèles et les lignes de force des perpendiculaires aux

plateaux. Par suite la densité σ est égale et de signe contraire sur les deux faces en regard. La force est

$$F = \frac{V_1 - V}{D},$$

D étant la distance des deux plateaux; com
$F = 4\pi\sigma$, on a

$$\sigma = \frac{V_1 - V}{4\pi D}.$$

On démontre que l'action d'un plan indé

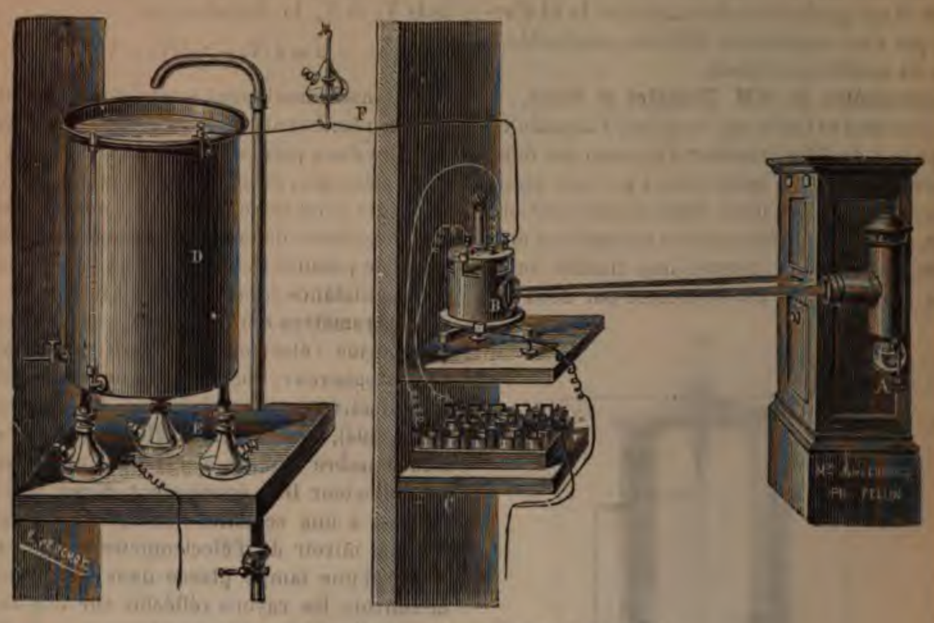


Fig. 304. — Électromètre enregistreur de M. Mascart.

sur l'unité d'électricité placée dans le voisinage est constante et égale à $2\pi\sigma$; si S est la surface du disque porté par le ressort, sa charge est $S\sigma$ et l'attraction de l'autre plateau est

$$2\pi\sigma^2 S$$

ou

$$\frac{S}{8\pi}\left(\frac{V_1 - V}{D}\right)^2.$$

Cette attraction produisant le même effet que le poids P, on a

$$\frac{S}{8\pi}\left(\frac{V_1 - V}{D}\right)^2 = P.$$

D'où

$$V_1 - V = D\sqrt{\frac{8\pi P}{S}}.$$

Nous avons supposé qu'on négligeait les perturbations qui se produisent sur les bords du plateau. Pour qu'il puisse en être ainsi, le plateau mobile A est taillé dans une plaque plus large A', qu'on appelle le *plateau* ou l'*anneau de garde*, avec laquelle il reste toujours en communication, par l'intermédiaire d'un couvercle fermé, qui le protège contre les actions élec-

triques extérieures. Quand le plateau A pre
sa position d'équilibre, il est exactement dans
plan de l'anneau A' et ne forme avec lui qu'
seul disque, la fente qui les sépare étant t
étroite. De cette manière on n'utilise que
partie du plateau AA' où la densité est constan



Fig. 305. — Anneau de garde.

En réalité, il est difficile de mesurer la d
tance D des plateaux A et B. Pour éviter ce
difficulté, on fait deux expériences successiv
Le disque A étant toujours au potentiel co
tant V_1, on fait d'abord communiquer le p
teau B avec le corps au potentiel V_2 ...

l'équation précédente, puis avec le sol, donne

$$V_1 = D'\sqrt{\frac{8\pi P}{S}}.$$

D'où en retranchant,

$$V = (D' - D)\sqrt{\frac{8\pi P}{S}}.$$

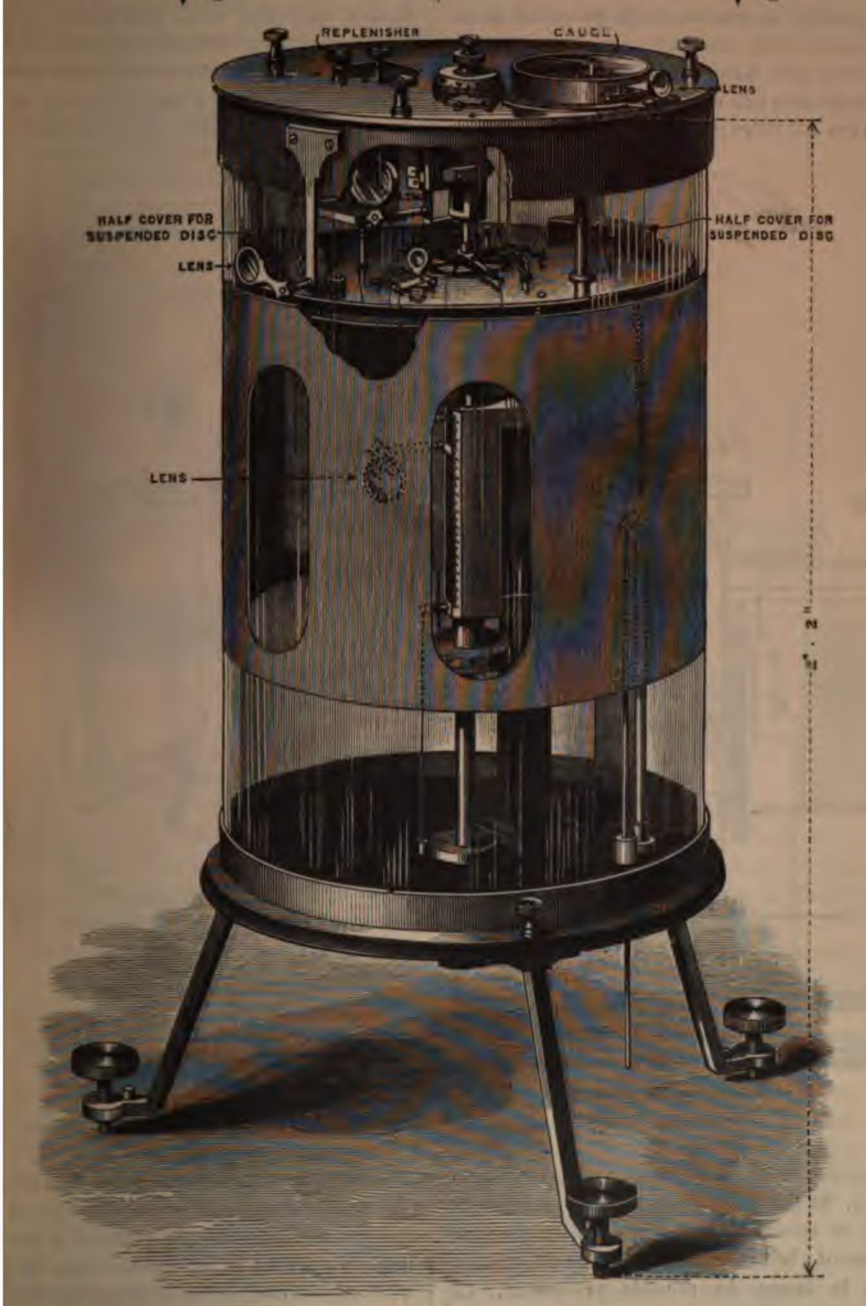


Fig. 306. — Electromètre absolu de sir W. Thomson.

sher, rechargeur; *Gauge*, jauge; *Lens*, lentille; *Half cover suspended disc*, moitié du couvercle du disque suspendu.

fit donc, en opérant ainsi, de mesurer le ment D' — D du plateau B de la première onde expérience. Pour cela, le plateau B est porté par une vis micrométrique qui traverse la base de l'appareil (fig. 306), et le déplacement se mesure, à l'aide d'une loupe, sur une échelle

tiel, celui qui a le potentiel le plus élevé étant relié avec β : le niveau s'élève, et l'on tourne la vis V jusqu'à ce qu'il ait repris exactement sa première valeur. Il ne reste plus qu'à lire au manomètre la valeur de la pression : une graduation préalable fait connaître la différence de potentiel.

Cet appareil est extrêmement commode pour les mesures de force électromotrice par *réduction à zéro*.

Graduation de l'électromètre capillaire. — Pour se servir d'un électromètre capillaire, il faut d'abord construire une table ou une courbe qui donne les forces électromotrices en fonction de la pression. On fait un circuit comprenant une pile Daniell de résistance ρ, une résistance fixe R très considérable et une résistance variable [illegible]. On attache les fils α et β aux deux extrémités du fil [illegible], α étant fixe au point le plus près du pôle négatif, et l'on mesure la pression correspondant à la différence de potentiel entre ces deux points. Il est facile de calculer cette différence. Supposons la force électromotrice de la pile égale à [illegible]. On a

[illegible]

et

[illegible]

D'où

[illegible]

[illegible] les valeurs différentes [illegible] les pressions correspondantes [illegible] M. Lippmann a [illegible] les nombres suivants :

[illegible] de Daniell	[illegible]	[illegible]	Pression en [illegible] de mercure
0,016	[illegible]	[illegible]	288
0,024	[illegible]	[illegible]	314
0,040	[illegible]	[illegible]	356,5
0,109	[illegible]	[illegible]	358,5
0,140	111	[illegible]	353
0,170	[illegible]	[illegible]	301
0,197	118	[illegible]	279
0,269	188,5	[illegible]	239
0,364	235	1,833	110
0,450	270,5	2,000	94

Ce tableau s'applique à tous les instruments ayant une colonne de mercure de 750 millimètres, et montés à l'eau [illegible] au $\frac{1}{6}$ en volume. Il donne e en [illegible] exprimer [illegible] électro- [illegible] sion

atmosphérique, le mercure se déplac[e] division du micromètre pour $\frac{1}{1680}$ Dani[ell].

Électromètre capillaire de M. Debrun. — [M. De]brun a construit un électromètre capilla[ire dans] lequel le microscope est supprimé : on p[eut aug]menter ou diminuer la sensibilité en i[nclinant] plus ou moins le tube capillaire. Cette se[nsibilité] peut atteindre $\frac{1}{300}$ volt. Les tubes C et D (

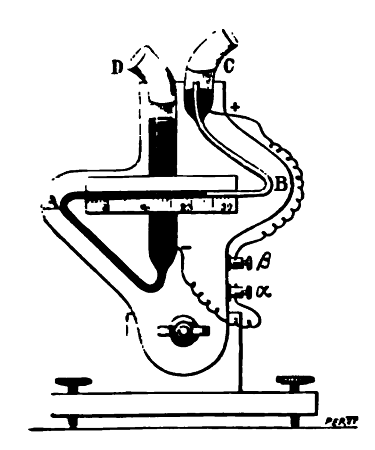


Fig. 310. — Électromètre capillaire de M. Debr[un].

[o]nt environ 7 millimètres de diamètre et [le c]apillaire 1 millimètre. Le fil β doit êt[re relié] au corps de potentiel le plus élevé. Le t[ube] est muni d'une graduation en millimètr[es et a] environ 0,1 mètre de longueur. L'appa[reil est] placé sur un support articulé qui per[met de] faire varier l'inclinaison de AB.

ÉLECTROMOTEUR. — Syn. de MOTEU[R ÉLEC]TRIQUE.

Électromoteur capillaire. — M. Lipp[mann a] signalé un exemple intéressant de cour[ant en]

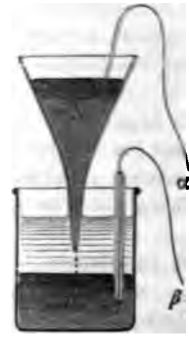


Fig. 311. — Électromoteur capillaire de M. Lipp[mann].

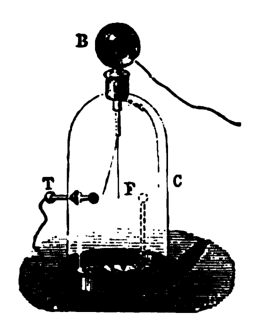
tretenu par l'action de la pesanteur. Un [entonnoir] noir effilé contient du mercure A (fig. 31[1)]

re ponce (*pumice*), imbibée d'acide sul-
, sert à dessécher l'air.

instrument est surtout employé pour
icité atmosphérique ; il apprécie les dif-
s de 2 ou 3 volts, ou de 0,5 volt en opé-
rec soin, tandis que l'électromètre à
its mesure $\frac{1}{70}$ et jusqu'à $\frac{1}{350}$ volt.

romètres à décharges. — Pour mesurer
irges un peu grandes, telles que celle
atterie, on peut se servir d'un électro-
. décharges, par exemple la bouteille de
oy. ce mot).

tromètre de Gaugain est plus sensible.
i électroscope à feuilles d'or (fig. 308),



308. — Électromètre à décharges de Gaugain.

érent du modèle ordinaire; l'une des
peut être enlevée; la tige T est mise en
iication avec le sol, et la boule B avec
étudié. Chaque fois que la charge at-
ne valeur déterminée, la feuille d'or
icher la boule voisine, et décharge l'ap-
La boule de la tige T est légèrement
pour empêcher la feuille d'or d'y
: dans ces conditions les décharges sont
ies.

ignant à cet instrument un cylindre de
(Voy. ce mot), on peut mesurer facile-
es masses électriques qu'on introduit
cylindre.

les deux appareils précédents, il reste
ement sur les conducteurs une petite
d'électricité, insuffisante pour pro-
ine décharge et que par suite on ne
pas.

romètres capillaires. — *Électromètre de*
mann. — M. Lippmann a appliqué les
iènes électrocapillaires (Voy. Électro-
ies) à la construction d'un électromètre
ement sensible, qui peut mesurer les
ces de potentiel de 0 à 0,9 volt.

be de verre A, de 1 mètre de hauteur et
7 millimètres de diamètre, est fixé verticalement
et rempli de mercure (fig. 309). L'extrémité infé-
rieure, terminée en pointe très fine (quelques
millièmes de millimètre de diamètre), plonge

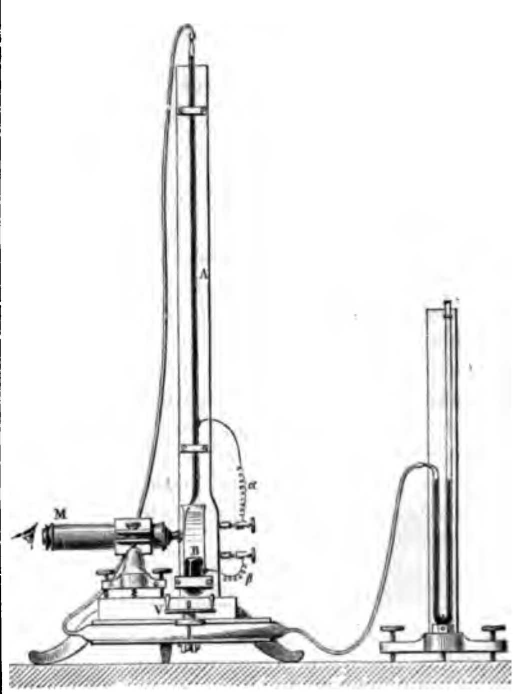


Fig. 309. — Électromètre capillaire de M. Lippmann.

dans un vase rempli d'acide sulfurique et conte-
nant au fond une couche de mercure B. On vise
la pointe capillaire avec le microscope M, qui
grossit 250 fois, et qui est muni d'un micro-
mètre oculaire.

Si l'on établit entre les deux masses de mer-
cure A et B une certaine différence de poten-
tiel, le niveau doit se déplacer dans la pointe
capillaire; mais, au lieu de mesurer ce déplace-
ment, on ramène le plus souvent le mercure
au niveau primitif en exerçant une pression
suffisante au haut du tube A. Ce tube commu-
nique donc par un tuyau de caoutchouc avec
une presse à vis que commande la manivelle V;
un petit manomètre à air libre mesure la
pression.

On réunit d'abord ensemble les fils α et β,
qui aboutissent aux deux masses de mercure,
et l'on établit la pression atmosphérique au-
dessus de A; le mercure prend un niveau fixe
dans la pointe, et l'on déplace le microscope
jusqu'à ce qu'il vise exactement ce niveau. Puis
on fait communiquer avec α et β les deux corps
dont on veutmesurer la différence de poten-

tiel, celui qui a le potentiel le plus élevé étant relié avec β; le niveau s'élève, et l'on tourne la vis V jusqu'à ce qu'il ait repris exactement sa première valeur. Il ne reste plus qu'à lire au manomètre la valeur de la pression; une graduation préalable fait connaître la différence de potentiel.

Cet appareil est extrêmement commode pour les mesures de force électromotrice par *réduction à zéro*.

Graduation de l'électromètre capillaire. — Pour se servir d'un électromètre capillaire, il faut d'abord construire une table ou une courbe qui donne les forces électromotrices en fonction de la pression. On fait un circuit comprenant une pile Daniell de résistance ρ, une résistance fixe R très considérable et une résistance variable r. On attache les fils α et β aux deux extrémités du fil r, α étant fixé au point le plus près du pôle négatif, et l'on mesure la pression correspondant à la différence de potentiel entre ces deux points. Il est facile de calculer cette différence e. Supposons la forme électromotrice de la pile égale à 1. On a

$$I = \frac{1}{R + r + \rho}$$

et

$$e = Ir.$$

Donc

$$e = \frac{r}{R + r + \rho}.$$

En faisant varier r, on donne à e des valeurs différentes, et l'on mesure les pressions correspondantes. M. Lippmann a trouvé ainsi les nombres suivants :

e en fraction de Daniell.	Pression en mm. de mercure.	e en fraction de Daniell.	Pression en mm, de mercure.
0,016	15	0,500	288
0,024	21,5	0,588	314
0,040	40	0,833	356,5
0,109	89	0,900	358,5
0,140	111	1,000	353
0,170	131	1,261	301
0,197	148	1,333	279
0,269	188,5	1,444	239
0,364	235	1,833	110
0,450	270,5	2,000	94

Ce tableau s'applique à tous les instruments ayant une colonne de mercure de 750 millimètres, et montés à l'eau acidulée au $\frac{1}{6}$ en volume. Il donne e en Daniells; pour l'exprimer en volts, il suffit de multiplier par la force électromotrice exacte du Daniell. Sous la pression atmosphérique, le mercure se déplac division du micromètre pour $\frac{1}{1680}$ Dani

Électromètre capillaire de M. Debrun. — brun a construit un électromètre capilla lequel le microscope est supprimé : on p menter ou diminuer la sensibilité en i plus ou moins le tube capillaire. Cette se peut atteindre $\frac{1}{300}$ volt. Les tubes C et D (

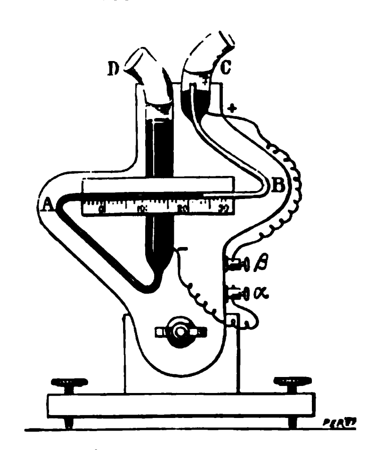


Fig. 310. — Électromètre capillaire de M. Debr

ont environ 7 millimètres de diamètre et capillaire 1 millimètre. Le fil β doit ét au corps de potentiel le plus élevé. Le t est muni d'une graduation en millimètr environ 0,1 mètre de longueur. L'appa placé sur un support articulé qui per faire varier l'inclinaison de AB.

ÉLECTROMOTEUR. — Syn. de MOTEU TRIQUE.

Électromoteur capillaire. — M. Lipp signalé un exemple intéressant de cour

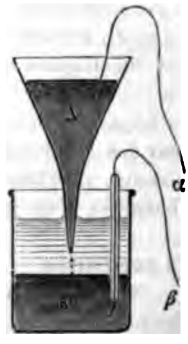


Fig. 311. — Électromoteur capillaire de M. Lipp

tretenu par l'action de la pesanteur. Un noir effilé contient du mercure A (fig. 31

ns un vase contenant de l'eau acidulée ouche de mercure B. Si l'on attache les β aux bornes d'un galvanomètre, on voit pareil est traversé par un courant A en B à travers l'eau acidulée. Quand le circuit, s'il n'y a pas trop de mer- A, le liquide s'arrête dans la pointe, soutenu par un effet de capillarité; α est gatif, et β positif.

run a construit un appareil analogue, quel le mercure passe de A en B dans capillaire conique, en formant un cha- globules séparés par de l'eau acidulée.

ROMOTOGRAPHE. — Petit instrument par Édison pour renforcer les sons du e.

place une feuille de papier un peu ru- imbibée de potasse, sur une plaque de tinée, reliée au pôle positif d'une pile, fasse glisser à sa surface une lame de u mieux de plomb, reliée au pôle né- passage du courant produit un certain papier, qui diminue beaucoup le frot-

ons maintenant la feuille de papier sur un cylindre horizontal tournant, ne métallique portée par un ressort quilibre au frottement quand le cou- asse pas; la lame reste alors immobile. it passer le courant, le frottement di- la lame, obéissant au ressort, se dé- sens contraire de la rotation. Quand ompt, elle revient à sa position pre- la tige est reliée à une membrane de ntée sur une caisse de résonnance, et nt soit placé dans le circuit d'un télé- pile, les sons du téléphone seront re- par les vibrations de la membrane. c un récepteur téléphonique très sen- s organe magnétique.

oferrure de potassium et la plupart is donnent le même résultat. Avec yrogallique et l'azotate de soude il vertir les pôles.

ROMOTRICE (Force). — Voy. Force trice.

RO-MUSCULAIRE. — On applique nète aux phénomènes de sensibilité et ctilité produits par les courants dans es.

RO-NÉGATIF (Corps). — Corps qui se pôle positif dans une décomposition ique; on lui donne ce nom parce qu'on électrisé négativement.

RO-OPTIQUE. — Qui se rapporte aux relations entre la lumière et l'électricité. (Voy. Pouvoir électro-optique.)

ÉLECTROPHONE. — Nom donné à quelques récepteurs microphoniques. L'un est dû à M. Maiche (Voy. Microphone). L'électrophone d'Ader est muni d'électro-aimants, et s'associe avec un transmetteur à charbon très simple. Les sons s'entendent à 5 ou 6 mètres, mais le réglage est très délicat et l'appareil craint la chaleur et l'humidité.

ÉLECTROPHORE. — L'électrophore, imaginé par Volta, est formé d'un disque de résine H, maintenu par un moule en bois A, et d'un plateau métallique P muni d'un manche isolant (fig. 312). Pour s'en servir, on charge négativement la résine H en la frappant vivement avec une peau de chat, et on la recouvre du plateau métallique, qu'on touche avec le doigt. Ce plateau s'électrise positivement par influence et, si on le soulève par le manche isolant, après avoir enlevé le doigt, la charge positive se distribue régulièrement sur toute sa surface; on peut alors en tirer une étincelle. En posant de nouveau le disque P sur la résine et recommençant la même série d'opérations, on obtient chaque fois une nouvelle étincelle. Le plateau H étant isolant, l'électricité pénètre dans son intérieur, de sorte que sa charge persiste longtemps, et qu'on peut tirer du plateau P un grand nombre d'étincelles.

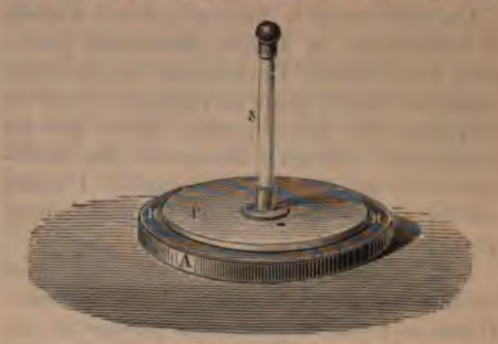


Fig. 312. — Électrophore.

Il faut remarquer que, dans cet appareil, la charge de H restant constante, la production d'électricité sur P est due à l'énergie dépensée par l'opérateur pour manœuvrer ce plateau. Le travail nécessaire est plus grand que s'il était à l'état neutre, à cause de l'attraction mutuelle des deux charges électriques.

L'électrophore est le type des duplicateurs et des machines électrostatiques fondées sur l'influence.

ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE. — L'électro-phy-

siologie comprend les effets de l'électricité sur les nerfs et les muscles, et la production d'électricité chez les êtres vivants.

Effets de l'électricité sur les muscles et les nerfs. — La première expérience d'électro-physiologie est l'expérience classique de Galvani. Le courant agit d'une manière différente sur les nerfs moteurs, les nerfs sensitifs et les nerfs mixtes. Sur les nerfs moteurs, on n'observe aucune action pendant le passage du courant, mais seulement des contractions à l'ouverture et à la fermeture. Les courants interrompus et les courants induits donnent également des contractions dues aux interruptions ou aux variations brusques du potentiel.

Les nerfs sensitifs donnent à la fois douleur et mouvement, le dernier phénomène provenant d'un réflexe. L'action sur la sensibilité augmente avec la chute de potentiel et avec la fréquence des interruptions, tandis que les contractions réflexes s'obtiennent plus facilement avec des courants de quantité. L'action sur les nerfs mixtes participe des deux actions précédentes.

L'effet sur les muscles consiste également en contractions à l'ouverture et à la fermeture. Il peut se produire pendant le passage un certain raccourcissement des muscles. Avec des interruptions rapides ou des courants induits, il peut se produire la tétanisation du muscle.

Les effets de l'électricité sur les hommes et les animaux se rapprochent de ceux que nous venons d'indiquer; nous allons les décrire rapidement.

Effets de l'électricité statique sur l'homme et les animaux. — Les personnes placées dans le voisinage d'une machine électrique en train de fonctionner sont soumises à des phénomènes d'influence, et amenées par suite à un potentiel élevé. Elles éprouvent alors une impression particulière, souvent désagréable, accompagnée de hérissement des cheveux et d'une sensation de toile d'araignée sur les points où la peau est nue. Ces phénomènes s'exagèrent si la personne est placée sur le tabouret isolant et en communication directe avec la machine. On remarque souvent aussi une excitation de la circulation dans les parties périphériques et une sensation de chaleur aux extrémités.

Si l'on approche de la personne électrisée une pointe communiquant avec le sol, il se produit sur les parties voisines de cette pointe une sensation de vent due, comme celle dite de toile d'araignée, au déplacement de l'air électrisé. Enfin, si l'on tire des étincelles du sujet électrisé, on observe des contractions musc plus ou moins énergiques. Ces effets par dépendre de l'énergie mise en jeu.

La foudre produit des effets analogues des batteries électriques, mais beaucou puissants. L'électricité atmosphérique, sans qu'il y ait chute de foudre, paral aussi une influence marquée sur l'orga

Effets des courants. — Des phénomèn ticuliers se manifestent au moment de meture et de la rupture du circuit : l éprouve alors des secousses et des d quelquefois assez vives. Une série d'in tions très rapides peut même amener d nomènes tétaniques. Ces effets sont d brusque variation de potentiel qui se p et paraissent augmenter plus que prop nellement à l'intensité du courant : ils dent donc probablement de l'énergie.

Les courants d'induction, n'ayant qu'u rée très courte, agissent aussi en prov des contractions musculaires et des cho veux sensibles. En augmentant la gross fil induit, on augmente la quantité d'éle et l'on accroît les contractions sans ac l'action sensible. Au contraire les bobin fin augmentent la force électromotrice pression sur la sensibilité.

Pour étudier l'action des courants co il importe d'avoir une intensité bien con et par conséquent de laisser les électrod fixes, car, en les déplaçant, on changerai sistance des parties intercalées, et l'on rait des effets analogues à ceux que d des variations de potentiel. Les courants nus occasionnent dans les tissus qu'ils sent des décompositions chimiques su leur parcours, mais les résultats n'appar qu'aux deux pôles sous forme d'acides positif et d'alcalis au négatif, la théorie thus s'appliquant parfaitement à ce cas. ces actions chimiques qu'il faut attri sensation particulière de cuisson plus ou forte qu'on ressent au contact des éle et qui se transforme en une véritable si le courant atteint une certaine intensi

Il faut remarquer aussi que l'action ch ne se limite pas à la partie directemen calée entre les électrodes, mais que d rants dérivés s'établissent dans toutes l ties voisines et y produisent les même

Si l'on fait agir un courant sur un paré, on provoque des contractions muscle correspondant au moment de la ture et de la rupture du circuit. On

r sur une grenouille préparée comme 'expérience de Galvani. L'action du cou- ;ontinu doit consister encore en une dé- sition chimique.

tuction d'électricité chez les êtres vivants. — sait presque rien sur la production d'é- ité par les êtres vivants ; leurs organes sent être le siège de phénomènes électri- qui sont sans doute une conséquence de onctionnement. Ainsi, sur un muscle on observe un courant dirigé, dans le extérieur, de la surface intacte à la par- ipée. Il en est de même pour un nerf. i'insisterons pas sur ces phénomènes, en- ssez mal connus.

CTRO-POLAIRE. — Propriété d'un con- ir qui a un pôle positif et un pôle négatif.

CTRO-POSITIF (Corps). — Corps qui se au pôle négatif dans une décomposition lytique. On leur donne ce nom parce suppose qu'ils s'électrisent négativement.

CTROPSEUDOLYSE. — Nom donné par imasi à l'électrolyse lorsqu'elle sépare les « produits de la dissociation » de l'électro- insi, en électrolysant le chlorure d'ammo- ivec un courant faible, on ne le décom- as complètement : on observe seulement insport sensible d'ammoniaque au pôle f et d'acide chlorhydrique au pôle positif.

CTROPUNCTURE. — Cautérisation pro- par l'action chimique d'un courant. (Voy. IOCAUSTIQUE CHIMIQUE.)

CTROSCOPE. — Instrument servant à aître la présence et le signe d'une cer- quantité d'électricité.

des plus anciens électroscopes est le *électrique* (fig. 313). Il se compose ordi-

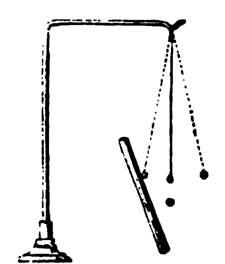


Fig. 313. — Pendule électrique.

ent d'une balle de sureau portée par un oie et un support isolant. Lorsqu'on en he un corps électrisé, la balle de sureau ise par influence et est attirée.

n veut connaître la nature de la charge, d'abord électriser la boule en lui faisant toucher un corps chargé d'une électricité con- nue. La boule est d'abord attirée, puis repoussée. On approche alors le corps de signe inconnu ; s'il repousse la boule, son électricité est de même nom que celle du bâton qui a servi à charger ; s'il l'attire, son électricité est de si- gne contraire.

On se sert souvent aussi d'aiguilles mobiles sur un pivot vertical comme une aiguille ai- mantée. Si l'aiguille est isolée, on peut la char- ger et s'en servir comme nous l'avons fait du pendule.

Électroscope à feuilles d'or. — Le pendule électrique a subi bien des changements avant d'arriver à la forme actuelle, imaginée par Bennet, et qui est l'*électroscope à feuilles d'or.* Cet instrument est formé de deux feuilles d'or très minces suspendues parallèlement à la base d'une tige de cuivre, terminée par une boule à la partie supérieure. Une garniture isolante entoure la tige, et une cage de verre, dont le haut est verni à la gomme laque, protège les feuilles contre les courants d'air et l'humidité (fig. 314).

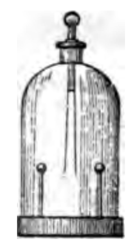


Fig. 314. — Électroscope à feuilles d'or.

La cloche repose sur un plateau métallique qui communique avec le sol et porte deux pe- tites boules de laiton en face des deux feuilles.

Pour reconnaître si un corps est électrisé, on l'approche de la boule ; il agit par influence sur l'appareil, et les feuilles, chargées toutes deux de la même électricité que lui, se repoussent et divergent. Si l'on veut déterminer le signe de la charge, on commence par électriser l'ins- trument par influence ; en approchant par exemple un bâton de résine chargé négative- ment, la boule devient positive et les feuilles négatives. On touche la boule avec le doigt, la charge négative disparaît et les feuilles retom- bent ; on enlève le doigt, puis le bâton de ré- sine : l'électroscope reste chargé positivement et les feuilles divergent. Si l'on approche alors un corps positif, il agit par influence de ma- nière à augmenter la charge positive des feuil- les d'or, qui divergent davantage : si l'on pré-

sente au contraire à l'instrument un corps chargé négativement, il attire l'électricité vers la boule et les feuilles se rapprochent. Si le corps est très chargé, il peut même arriver que ces feuilles, après s'être rapprochées jusqu'au contact, divergent de nouveau. C'est que l'influence augmente à mesure que le corps s'approche, et, tandis que la charge positive de la boule continue à s'accroître, les feuilles redeviennent neutres, puis négatives. Enfin, si l'on approchait de l'électroscope un corps neutre communiquant avec le sol, il se chargerait par influence d'électricité contraire et réagirait à son tour sur l'instrument : il produirait donc un léger rapprochement des feuilles d'or, mais

qui n'irait pas jusqu'au contact. Les pe boules intérieures servent à décharger les f les quand elles divergent trop et à les en cher de se coller à la cage ; au contraire, déviation est trop faible, elles tendent à l' menter en agissant sur elles par influence.

Pour l'étude de l'électricité atmosphéri on employait autrefois un électroscope à fe les d'or dont la boule était remplacée par tige pointue. La déviation mesurait le poten au sommet de la pointe. On se sert aujourd d'électromètres enregistreurs.

Electroscope de Bohnenberger. — Cet ins ment indique, par une seule lecture, la prése d'une charge électrique et son signe. Il diff

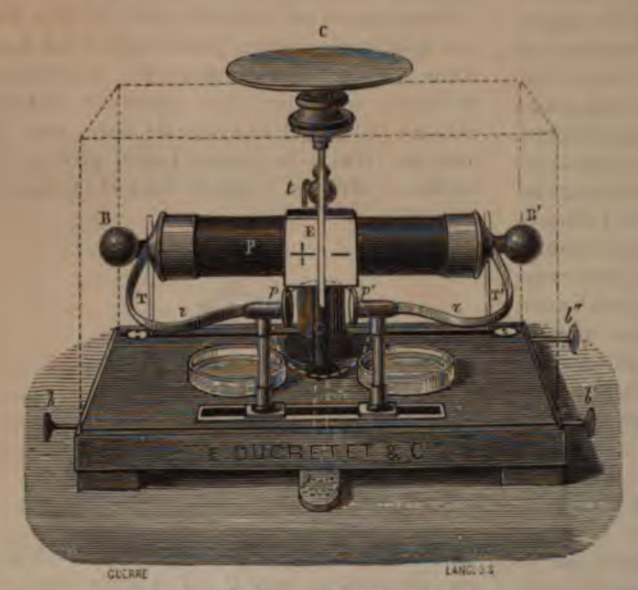


Fig. 315. — Électroscope de Bohnenberger.


Fig. 316. — Électroscope condensateur

du précédent en ce qu'il n'a qu'une seule feuille d'or. Cette feuille est suspendue à égale distance entre deux plateaux métalliques *pp'* portés à des potentiels égaux et contraires, car ils sont reliés aux deux pôles d'une pile sèche P, dont le milieu est au sol (fig. 315).

Si l'on approche un corps positif, le plateau C se charge négativement par influence et la feuille d'or positivement ; elle est donc attirée par le pôle négatif et repoussée par l'autre. La plaque E indique le signe de la charge, sans qu'on ait besoin de connaître la nature des pôles BB'. Les tiges *bb'* permettent de déplacer les plateaux *pp'* pour régler la sensibilité. Un œilleton se place en avant de la cage de verre pour observer la feuille d'or.

Électroscope condensateur. — Cet ins ment, imaginé par Volta, est un électrosco feuilles d'or (fig. 316) dont la boule a été r placée par un condensateur, formé de d plateaux, vernis à la gomme laque sur les f en contact. Cette couche de vernis form lame isolante du condensateur. Cet instrum doit être employé lorsqu'il s'agit, non pas corps électrisé, mais d'une source d'électr trop faible pour dévier les feuilles d'or de lectroscope ordinaire.

On fait communiquer le plateau infé avec la source, l'autre avec le sol. On supp la seconde communication, puis la premi et l'on soulève le plateau supérieur par manche isolant. La charge du plateau infé

se répand dans les feuilles, qui divergent. L'emploi d'un condensateur a évidemment pour effet d'augmenter la charge du plateau inférieur dans le rapport de la force condensante.

ÉLECTROSCOPIE. — Détermination de la nature de la charge d'un corps par l'électroscope.

ÉLECTRO-SÉMAPHORE — Appareil électrique servant à l'application du *block-system* (Voy. ce mot) sur les lignes de chemins de fer.

ÉLECTRO-SÉMAPHORIQUE. — Se dit de signaux électriques servant à communiquer avec les navires en mer.

ÉLECTROSTATIQUE. — Syn. d'ÉLECTRICITÉ STATIQUE. || *Adj.* Qui se rapporte à l'électricité statique.

ELECTRO-SUBSTRACTEUR. — Instrument destiné à empêcher la formation de la grêle.

ÉLECTRO-TÉLÉGRAPHIQUE. — Qui concerne la télégraphie électrique.

ÉLECTRO-THÉRAPEUTIQUE. — Syn. de ÉLECTROTHÉRAPIE. || *Adj.* Qui concerne l'électrothérapie.

ELECTROTHÉRAPIE. — Application de l'électricité à la thérapeutique. L'électricité peut venir en aide à la médecine et à la chirurgie, elle peut également servir au diagnostic. Ses applications chirurgicales sont décrites au mot GALVANOCAUSTIQUE; les appareils destinés au diagnostic sont à leur ordre alphabétique. Nous nous bornerons à donner ici quelques indications sur l'électrothérapie générale, renvoyant aux traités spéciaux pour ce qui est relatif à l'électrothérapie particulière.

La médecine utilise les machines électrostatiques et les piles; mais, si toutes ces sources fournissent le même agent, elles offrent chacune des avantages spéciaux qui les font préférer dans certains cas. Nous avons indiqué au mot ÉLECTROPHYSIOLOGIE les effets de ces diverses sources.

L'électricité statique se prête à une application à tout l'individu. Elle est donc surtout employée comme une sorte de bain, pour obtenir une action générale : le malade est placé sur un tabouret isolant et relié à la machine par un conducteur, de sorte qu'il est amené au même potentiel que cette machine; l'électricité s'écoule lentement par l'air et par le support. On peut cependant localiser l'action de l'électricité statique, et produire au point voulu un écoulement d'électricité plus ou moins abondant, en approchant de ce point des excitateurs de formes variées, mis en communication avec le sol (Voy. MACHINE et EXCITATEUR).

Les courants se prêtent au contraire à une action localisée. Les courants continus agissent surtout par leurs effets chimiques, et déterminent un processus profond, qui paraît favorable à la nutrition générale. L'action prolongée peut cautériser et même brûler les points mis en contact avec les électrodes (Voy. GALVANOCAUSTIQUE). La forme des excitateurs doit varier suivant l'effet qu'on veut obtenir (Voy. EXCITATEUR).

Enfin l'action des courants interrompus et des courants induits est due surtout aux variations brusques de potentiel qui accompagnent l'ouverture et la fermeture du circuit. Leur emploi convient donc pour provoquer des contractions. Le lecteur trouvera aux mots BOBINE et MACHINE la description des appareils d'induction médicaux, et au mot INTERRUPTEUR celle des instruments qui servent à produire des interruptions avec les piles. Lorsqu'on veut, à l'aide des courants induits, agir par révulsion et excitation de la sensibilité, on doit employer des courants de haute tension, c'est-à-dire faire usage d'une bobine à fil long et fin. Si l'on veut seulement obtenir des contractions, sans provoquer des douleurs, on emploiera des bobines à fil long et plus gros, donnant par conséquent des courants de tension beaucoup moins forte. (Voy. FARADISATION, FRANKLINISATION, GALVANISATION.)

ÉLECTROTONUS ou **ÉTAT ÉLECTROTONIQUE.** — Nom donné par Du Bois-Reymond à l'état électrique d'un nerf parcouru dans une partie de sa longueur par un courant constant. La partie qui se trouve près du pôle négatif devient plus irritable, tandis que la partie voisine du pôle positif devient moins irritable. C'est ce dernier état qu'on a appelé *état anélectrotonique* ou *anélectrotonus.*

ÉLECTRO-TRIEUSE. — Les aimants peuvent servir à séparer les poussières magnétiques mélangées avec d'autres substances ; on peut ainsi enlever facilement le fer mélangé au cuivre, dont il diminue la valeur, dans les déchets des ateliers, ou séparer les minerais de ces deux métaux. On peut de même enlever le fer dans tous les mélanges où sa présence est nuisible, par exemple dans la pâte à porcelaine, où il produirait des taches.

Les *trieuses magnétiques* (Voy. ce mot) font usage d'aimants permanents, tandis que les *électro-trieuses* sont munies d'électro-aimants.

Dans l'appareil de M. Chenot, les électro-aimants tournent autour d'un axe; ils reçoivent le courant et attirent le fer pendant la moitié de la rotation ; pendant le reste du mouvement, ils sont inactifs, et laissent tomber les pous-

sières dont ils sont chargés dans un récipient spécial.

Dans les appareils de M. Vavin et de M. Siemens, les électro-aimants sont actifs pendant toute la rotation, mais, après s'être chargés de matières magnétiques, ils rencontrent des brosses tournant en sens inverse, qui détachent ces matières et les font tomber dans le récipient destiné à les recevoir.

Le *séparateur magnétique* d'Edison rentre, malgré son nom, dans les électro-trieuses. Le mélange de poussières, placé dans une trieuse, s'écoule par une fente en une mince lame verticale qui passe devant les pôles de forts électro-aimants. Les particules magnétiques sont seulement déviées de leur direction par l'influence des aimants et forment une seconde nappe à côté de la première, de sorte que les deux sortes de poussières sont reçues dans des récipients différents.

Pour l'épuration de la pâte à porcelaine, on fait usage d'un fort électro-aimant, dont les pôles sont en regard, comme ceux de l'appareil pour le diamagnétisme. La pâte, très liquide, passe dans une boite étanche qui entoure ces deux pôles, et sort à la partie inférieure. Les poussières magnétiques adhèrent aux électro-aimants.

ÉLECTROTYPE. — Moulage galvanoplastique produisant une composition ou une gravure typographique. Le même nom a été donné improprement à un appareil galvanoplastique.

ÉLECTROTYPIE. — Application de la galvanoplastie à la reproduction des gravures.

Les planches gravées sur cuivre ou sur acier, et surtout sur bois, ne peuvent servir qu'à un tirage limité, car elles s'écrasent peu à peu sous la presse. Aussi a-t-on coutume aujourd'hui de remplacer la planche elle-même par un certain nombre de reproductions galvaniques; ces copies sont identiques à l'original, et, comme on peut en obtenir un nombre quelconque, le tirage est à peu près illimité.

Pour le clichage des bois, on fait d'abord un moule, de préférence en gutta-percha, par pression. On le métallise comme pour la galvanoplastie, et on le suspend dans un bain de sulfate de cuivre, bien parallèlement à l'anode soluble et à environ 1 centimètre de celle-ci. Au bout de quelques heures, le dépôt a une épaisseur suffisante; on l'enlève, on le nettoie (étamage) à l'esprit de sel, puis on le renforce en coulant par derrière une couche de 4 à 10 millimètres d'épaisseur formée d'un alliage fusible de

Plomb....................	91 parties.
Antimoine................	5 —
Étain....................	4 —

On opère de même pour les planches de cuivre et d'acier, sauf que le moule, au lieu d'être en gutta, s'obtient aussi par la galvanoplastie. Dans ce cas, il faut laisser le dépôt s'épaissir beaucoup plus; l'action du courant doit être quelquefois prolongée pendant plus de quinze jours.

Ce procédé de clichage est appliqué notamment aux billets de banque, aux timbres-poste, et à l'illustration des livres. La plupart des figures de cet ouvrage ont été tirées avec des clichés galvaniques. Dans certains cas, on augmente la résistance des clichés par l'*aciérage* (Voy. ce mot). MM. Christofle et Cie déposent d'abord dans le moule en gutta une légère couche de nickel, et par-dessus un dépôt de cuivre. La planche est ensuite renforcée et clouée sur bois.

La galvanoplastie peut servir également à graver en creux ou en relief. Pour graver en creux, on suspend la planche de cuivre, recouverte de vernis (4 parties d'asphalte, 4 de cire et 2 de poix noire) sur tous les points qui ne doivent pas être attaqués, au pôle positif, de sorte qu'elle serve d'électrode soluble. Pour graver en relief, il suffit de la placer au contraire à l'électrode négative.

Un procédé analogue permet de faire des corrections sur les planches gravées. On enlève au grattoir les parties à corriger, on couvre le reste de vernis, et l'on suspend au pôle négatif. Le dépôt obtenu est plané avec soin, et, sur les parties ainsi refaites, on grave de nouveau.

Enfin l'électrotypie sert au clichage des livres. Cette opération s'applique aux ouvrages dont le texte ne doit pas être modifié aux éditions successives. Souvent on fait un moulage en plâtre des planches destinées au tirage de la première édition, et l'on coule dans ce moule un alliage métallique. Ces clichés servent au tirage des éditions suivantes : on évite ainsi soit d'immobiliser pendant longtemps un grand nombre de caractères ordinaires, soit de faire composer l'ouvrage à chaque édition. Ce procédé laisse à désirer sous le rapport de la netteté. Il est préférable de faire un moule en gutta et d'y déposer un cliché galvanique, ce qui n'est pas beaucoup plus coûteux.

ÉLECTROTYPIQUE. — Qui concerne l'électrotypie.

ÉLECTRO-VITAL. — S'applique aux phén

électriques qui accompagnent les phé-
s vitaux.

TRO-VITALISME. — Système qui attri-
l'électricité les phénomènes de la vie
.

IENT DE PILE. — Une pile est composée
ement d'un certain nombre de parties
ies, contenues chacune dans un vase
, et qu'on peut associer entre elles de
tes manières. Ces parties se nomment
ou *éléments* (Voy. PILE).

ILLAGE ÉLECTRIQUE. — On recouvre
d'une couche conductrice d'azotate
ou de chlorure de platine; après une
re cuisson, on le décore à l'aide d'émail;
de nouveau, et l'on couvre d'un dépôt
que qui s'attache seulement aux parties
couvertes d'émail. Cette dénomination
ropre, le dépôt d'émail n'étant pas dû
ricité.

ROCHAGE. — Syn. de MONTAGE EN SÉRIE
ENSION.

ARTEUSE ÉLECTRIQUE. — Appareil
à fixer les boutons de bottines sur des
pour les livrer au commerce.
outons sont jetés sur un plan incliné en
l'éventail, muni de rainures qui vont en
cissant jusqu'à la partie inférieure où
ont plus que la largeur d'un bouton.
en cet endroit, les boutons sont retenus
petit grillage. D'un autre côté, les car-
nt fixés par des crochets sur deux fils
re passant sur des poulies comme des
es sans fin. A des intervalles réguliers,
ation des poulies fait avancer les cartons
uantité nécessaire; le grillage s'ouvre
ant et chaque rainure laisse tomber un
Mais au-dessous du carton se trouve
ctro-aimant, animé par une dynamo
le pôle supérieur présente la forme
igne, chaque dent se trouvant au-des-
l'une des rainures. La queue en fer
que bouton, attirée par la dent corres-
te de l'électro, se place vers le bas, et
verse métallique, commandée par un
que, venant à ce moment appuyer sur
les têtes, les queues des boutons tra-
le carton et y restent fixées. Le courant
rs interrompu et les cartons avancent
cevoir une nouvelle rangée de boutons.

ENCHEMENT ÉLECTRIQUE. — Dispo-
mécanique commandée par l'électricité
pour but de rendre solidaires différents
ls qui doivent fonctionner dans un or-
rminé; tels sont les disques et aiguil-
les d'un croisement ou d'une bifurcation. On munit alors ces appareils de verrous ou de serrures électriques. (Voy. BLOCK-SYSTEM, DISQUE, etc.)

ENDOSMOSE ÉLECTRIQUE. — Transport d'un liquide à travers une cloison poreuse sous l'action et dans le sens d'un courant.

ÉNERGIE. — L'énergie est la propriété que possède un corps de pouvoir produire du travail. Une pierre qui tombe, un boulet lancé par un canon, l'eau d'un fleuve, possèdent de l'énergie, car la pierre en tombant, le boulet en frappant un obstacle, l'eau en faisant tourner un moulin, peuvent produire un certain travail. Dans les exemples précédents, l'énergie est parfaitement apparente; on la nomme *énergie actuelle*. L'énergie actuelle d'un corps est égale à sa force vive. Mais il peut se présenter un autre cas : un poids suspendu à une certaine hauteur possède de l'énergie, car, si l'on vient à couper la corde qui le retient, il pourra en tombant effectuer un travail. Il en est de même d'un ressort tendu, qui se met en mouvement dès qu'on l'abandonne à lui-même, ou de la poudre à canon, qui peut, si on l'allume, lancer un projectile. L'énergie de ces corps, qui est en quelque sorte latente ou en réserve, et qui dépend de leur nature, de leur forme ou de leur position, pourra, si l'occasion se présente, se transformer en énergie actuelle : pour la distinguer de celle-ci, on lui donne le nom d'*énergie potentielle*.

L'observation attentive des faits montre que l'énergie actuelle et l'énergie potentielle d'un même corps varient toujours en sens inverse l'une de l'autre, de sorte que leur somme reste constante. Ainsi, lorsqu'on lance une pierre en l'air, sa vitesse va en décroissant, et son énergie actuelle diminue; mais, à mesure qu'elle s'élève, elle peut, en retombant sur le sol, fournir un travail de plus en plus grand : son énergie potentielle va donc en augmentant.

Il semble quelquefois que l'énergie actuelle et l'énergie potentielle d'un corps diminuent en même temps; mais, en observant de plus près les phénomènes, on voit toujours apparaître dans ce cas une propriété nouvelle, chaleur, lumière, électricité, qui remplace l'énergie disparue et n'est en quelque sorte qu'une manifestation particulière, une manière d'être nouvelle de cette énergie. Ainsi une même quantité d'énergie peut être remplacée par une quantité fixe de chaleur, qui lui est équivalente. La quantité d'énergie disponible dans l'univers est donc constante; nous ne pouvons ni en dé-

truire une partie ni en créer une nouvelle quantité, mais seulement la transformer. Conservation de la matière, conservation de l'énergie, tels sont les deux grands principes de la science moderne.

L'énergie se mesure à l'aide de la même unité que le travail, c'est-à-dire l'*erg*.

Énergie électrique. — Pour électriser un conducteur isolé ou un condensateur, il faut dépenser un certain travail, qui doit se retrouver tout entier dans le corps électrisé, si l'on n'a pas eu à vaincre d'autres résistances que les forces électriques. Ce conducteur peut en effet, en se déchargeant, fournir, sous diverses formes, une quantité d'énergie représentée par

$$W = \frac{1}{2} VM = \frac{1}{2} \frac{M^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2,$$

M étant la charge du conducteur, V son potentiel et C sa capacité (Voy. CONDUCTEUR, CONDENSATEUR, BOUTEILLE, BATTERIE).

Ces résultats ont été vérifiés par M. Riess, à l'aide de son thermomètre. L'énergie électrique peut s'exprimer en ergs; on se sert plus souvent de l'unité pratique appelée watt ou voltampère.

Energie d'une source d'électricité. — Si une source a une force électromotrice E et donne un courant d'intensité I, la force électromotrice soulève pour ainsi dire, à chaque seconde, une quantité d'électricité I à la hauteur E, et fournit par suite une quantité d'énergie EI; c'est la *puissance mécanique* de la pile. En t secondes, l'énergie développée est EIt. Les mêmes considérations s'appliquent à une machine électrostatique, I étant son débit et E la différence de potentiel entre ses deux pôles ou entre la machine et le sol.

L'énergie produite par une source est transportée dans le circuit, où elle peut être dépensée sous forme de chaleur, d'action chimique, de travail mécanique. L'énergie dépensée en une seconde dans un conducteur de résistance ρ est

$$w = \rho I^2 = \varepsilon I$$

ε étant la différence de potentiel aux deux extrémités de ce conducteur. Dans le circuit extérieur total, de résistance R, l'énergie dépensée est de même

$$w = (\rho + \rho' + \rho'' + \ldots) I^2 = RI^2.$$

Dans la pile, de résistance r, on a de même

$$w' = rI^2.$$

L'énergie dépensée dans tout le circ donc

$$W = w + w' = (R + r) I^2 = EI.$$

Ces lois ont été vérifiées par Joule.

ENREGISTREUR ÉLECTRIQUE. — On n enregistreurs les appareils qui servent à ir d'une manière continue les variations phénomène. Nous n'avons à citer ici que dont les organes sont mus par l'électri ceux qui enregistrent les phénomènes é ques. Dans la première série se place électro-diapasons et les chronographes ces mots). Quant aux enregistreurs des nomènes électriques, nous les indiquon à leur ordre alphabétique, soit à prop phénomènes dont ils sont chargés de gar trace. (Voy. AMPÈREMÈTRE, ÉLECTROMÈTRE, I GRAPHE, etc.) Nous ne placerons ici que qui n'ont pas reçu de noms spéciaux.

Enregistreur de la charge et de la dé des accumulateurs. — Nous avons i plus haut (Voy. AMPÈREMÈTRE) comment o disposer un ampèremètre pour obten indications continues. M. de Montaud usage également, pour suivre la charge et charge de ses accumulateurs, de la balar registrante de MM. Richard frères. Les ré ont été parfaits, et le diagramme montre tement tous les crochets que peut prodı variation de marche de la source électri

Les plaques de l'accumulateur (fig. 31 suspendues à l'un des plateaux d'une ba une tare est placée dans l'autre plateau, d que le premier soit exactement au bas course au commencement de l'observatic déplacements du fléau sont transmis à u enregistreur.

Pendant la charge, l'accumulateur ép par suite de la désulfatation des plaque perte de poids, qui est de 373 grammes p ampères-heure. Quand la charge est co le poids devient constant; enfin, pend décharge, la réaction inverse fait augme poids de la même quantité. A l'aide du poids fixé sur le fléau, on peut régler la bilité pour que l'aiguille s'élève ou s' exactement d'un millimètre pour une va de poids de 3,73 gr., c'est-à-dire pour un a heure. Le diagramme ci-dessous corresp charge; il montre qu'en continuant à pendant 4 heures après avoir obtenu l'h talité on n'a produit aucun résultat, ma cumulateur n'a nullement souffert.

Enregistreurs de la vitesse des tr



Fig. 317. — Enregistreur de la charge des accumulateurs.

chemins de fer. — La compagnie P.-L.-M. emploie un enregistreur formé de six électro-aimants, montés sur un bâti vertical, et commandant chacun un style muni d'une plume. Les six plumes, placées sur la même ligne, écrivent à 10 millimètres l'une de l'autre sur une même feuille de papier, qui avance de 5 millimètres par minute. Chacun des électro-aimants communique avec une pédale placée sur la voie. Quand un train passe sur la pédale, il ferme un circuit qui contient une pile et l'électro correspondant, et la plume trace un trait. Si l'on connaît la distance des pédales, la distance des traits tracés par les six plum connaître la vitesse.

La compagnie d'Orléans emploie un en reur construit par MM. Richard frères s indications de M. Sabouré. Il se compose roue finement dentée faisant un tour en minutes et demie, et d'un petit électro-a portant un style qui vient s'enclencher roue, lorsque l'électro est traversé par u rant. Tant que le courant passe, le styl traîné par la roue, trace une ordonnée s cylindre enregistreur. Deux pédales sont sées sur la voie; un système électrique à

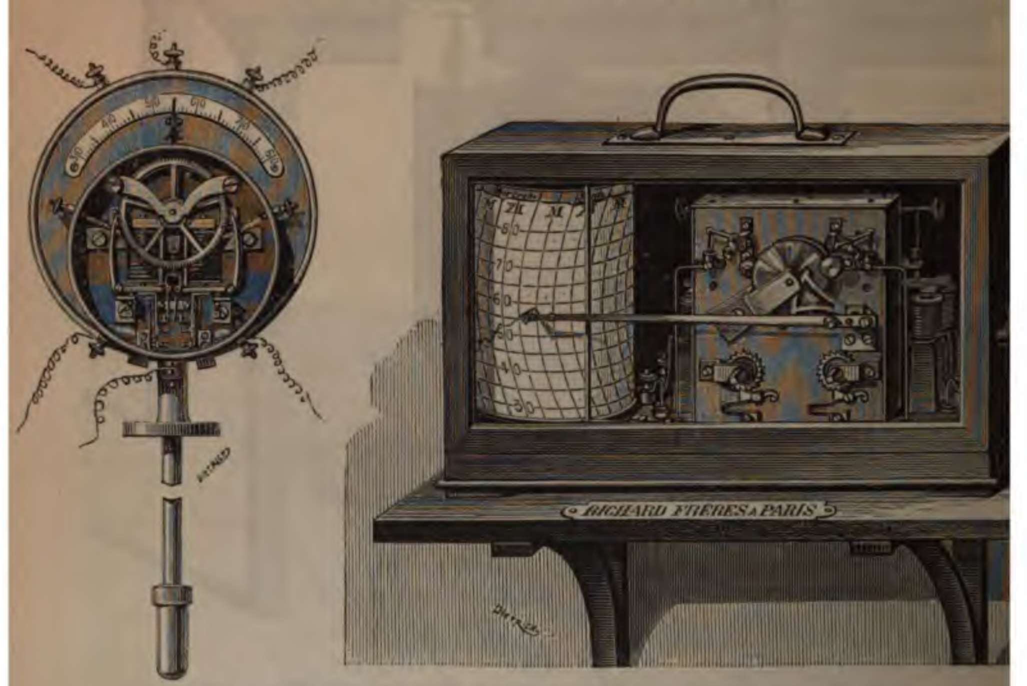


Fig. 318. — Enregistrement à distance des indications d'un thermomètre (transmetteur et récepteur).

électro-aimant ferme le circuit dès qu'un train passe sur la première pédale, et le rompt quand le train rencontre la seconde. La longueur de l'ordonnée fait connaître le temps employé par le train pour passer d'une pédale à l'autre.

Enregistreurs météorologiques. — MM. Richard frères ont imaginé plusieurs dispositions qui permettent de transmettre électriquement, à une distance quelconque, les indications d'un thermomètre, baromètre, etc. L'appareil transmetteur est alors disposé de façon à mener une aiguille indicatrice communiquant avec une pile et sur laquelle est placé à cheval un cavalier métallique dont les deux branches sont isolées l'une de l'autre (fig. 318). Le récepteur comprend deux électro-aimants reliés à ces deux bra et qui commandent chacun un rouage d'l gerie : les électros agissent ainsi sur l'un roues d'un engrenage différentiel dont gnon commande le style enregistreur.

Lorsque l'aiguille, en se déplaçant, touch des branches du cavalier, elle lance un co dans l'électro correspondant ; celui-ci décl le rouage qu'il commande, et le style se d d'une division. En même temps, ce roua plonger un doigt métallique dans un de mercure et ferme un circuit contenan autre pile. Ce courant retourne au tran teur et agit sur un électro qui déplace le lier et remet ses deux branches à égale di

de l'aiguille. Deux électro-aimants servent à cet usage; ils communiquent chacun avec l'un des rouages du récepteur.

Six fils sont nécessaires pour relier les deux appareils. Quand la distance est grande, on modifie la construction des instruments pour n'employer qu'un ou deux fils.

A l'Exposition de 1889, les instruments placés sur la tour Eiffel étaient reliés par une disposition de ce genre aux récepteurs placés dans le palais des Arts libéraux; ils sont reliés maintenant au Bureau central météorologique.

ENTRÉE DES POSTES. — Disposition des fils télégraphiques ou téléphoniques à l'entrée d'un bureau.

ENTREFER. — Partie comprise entre les faces intérieures des inducteurs et les faces extérieures du noyau de fer de l'induit. Si celui-ci n'a pas de noyau, l'entrefer est la partie comprise entre les faces intérieures des inducteurs.

ÉPAISSEUR ÉLECTRIQUE. — Syn. de DENSITÉ ÉLECTRIQUE. Ces deux expressions viennent de ce que l'on comparait autrefois la charge électrique d'un corps à une couche de fluide ayant soit une épaisseur constante et une densité variable, soit une épaisseur variable et une densité uniforme.

ÉQUATEUR MAGNÉTIQUE. — Ligne passant par tous les points de la terre où l'inclinaison est nulle.

ÉQUATORIALE (LIGNE). — Droite perpendiculaire à la ligne des pôles d'un aimant.

ÉQUILIBRE ÉLECTRIQUE. — Un ou plusieurs conducteurs, isolés ou non, sont en équilibre, lorsque la *force électrique est nulle en un point quelconque de chacun d'eux*. L'électricité que possède chaque conducteur exerce alors en chaque point de son étendue une action égale et contraire à celle des masses extérieures.

Si l'on met en communication plusieurs conducteurs en équilibre, la somme des masses reste invariable. Si C,C',C'' sont les capacités de ces conducteurs, V,V',V'', leurs potentiels, ils prennent, l'équilibre établi, un potentiel commun donné par

$$(C + C' + C'' + \ldots) x = CV + C'V' + C''V'' + \ldots$$

ÉQUIPAGE GALVANIQUE. — Disposition de courant mobile imaginée par de la Rive pour l'étude de l'électrodynamique. Les extrémités du fil s'attachaient à deux lames zinc-cuivre fixées dans un bouchon, et l'on plaçait le tout sur une cuve pleine d'eau acidulée. Dans

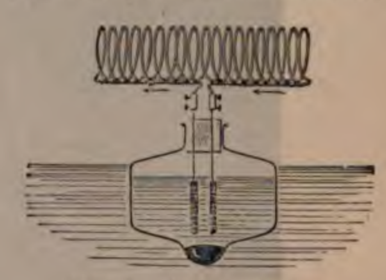


Fig. 319. — Équipage galvanique.

les modèles actuels (fig. 319) le cuivre est remplacé par une lame de charbon, et le bouchon ferme un vase de verre, lesté par un peu de mercure, qu'on remplit d'une solution acidulée de bichromate de potasse. L'appareil entier est alors posé sur l'eau.

ÉQUIPOTENTIEL. — Se dit des surfaces,

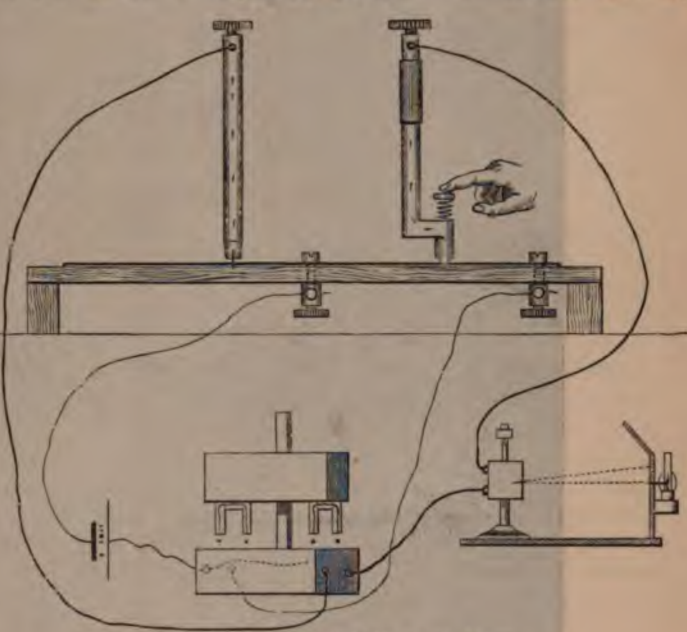


Fig. 320. — Appareil de M. W. G. Adams.

lignes ou points pour lesquels le potentiel est le même. Les surfaces équipotentielles sont aussi appelées *surfaces de niveau*. Elles sont toujours perpendiculaires aux lignes de force. Deux surfaces équipotentielles ne peuvent se couper; mais une même surface peut se cou-

e les deux bornes d'un galvanomètre à deux nts pris sur une même surface équipotentielle, l'aiguille ne dévie pas, quelle que soit l'intensité du courant.



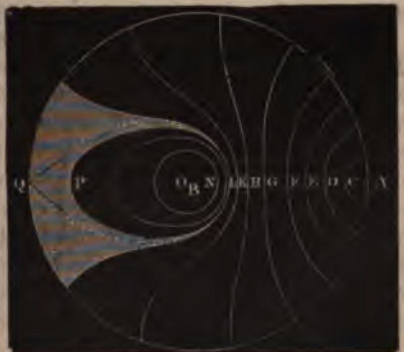


Fig. 322. — Lignes équipotentielles.

igure 320 représente la disposition em-. Un galvanomètre de Thomson était une pointe qui établissait un contact fixe avec une feuille d'étain et avec un petit tube qu'on promenait à la surface de la feuille. Quand le galvanomètre restait immobile, on

marquait la position de l'électrode mobile en appuyant sur une aiguille retenue par un ressort dans l'intérieur de cette électrode.

Les figures 321 et 322 montrent quelques-uns des résultats. Sur une feuille d'étain de 31 cm. de côté, les pôles de la pile étant en AB à 12,6 cm. l'un de l'autre, et à la même distance du centre O, on obtient la première figure. Le second cas correspond à une feuille de 45,72 cm. de côté : le courant entrait au centre en A et sortait par quatre électrodes BCDE. Sur le troisième dessin, l'électrode positive est en A; B et C sont deux électrodes négatives, distantes de la première de 7,6 cm. chacune. Le dernier représente un disque circulaire où le courant entre par le bord et sort par le centre.

Cette méthode a été ensuite appliquée à la détermination des surfaces équipotentielles dans l'espace.

ÉQUIVALENT ÉLECTRO-CHIMIQUE. — « L'équivalent électro-chimique d'une substance est la quantité de cette substance qui est électrolysée par le passage d'une unité d'électricité. Les équivalents électro-chimiques des différentes substances sont proportionnels à leurs équivalents chimiques ordinaires. Mais ces derniers représentent simplement les rapports numériques suivant lesquels les substances se combinent, tandis que les équivalents électro-chimiques sont des quantités déterminées de matière, dont la grandeur dépend de la définition de l'unité d'électricité. » (Maxwell, *Electricity*.) Si l'on exprime l'intensité en ampères, l'équivalent électro-chimique de l'hydrogène, c'est-à-dire la quantité mise en liberté par un coulomb, est 0,01041 mg. ; celui de l'argent est 1,1248 mg. Ces nombres permettent de calculer ceux des autres corps.

ÉQUIVALENT MÉCANIQUE DE LA CHALEUR. — On donne ce nom à la quantité d'énergie que peut produire une calorie, ou au travail qui peut en se détruisant donner naissance à une calorie. C'est 425 kilogrammètres.

Rapporté à une calorie-gramme, cet équivalent serait 0,425 kilogrammètre, ou $0,425 \times 981 \times 10^5$ ergs ou $4,17 \times 10^7$ ergs, car un kilogrammètre vaut 981×10^5 ergs. Si l'énergie est exprimée en ergs, l'équivalent mécanique est donc $4,17 \times 10^7$; si elle est calculée en watts, cet équivalent devient 4,17, car un watt vaut 10^7 ergs. C'est cette dernière valeur que nous employons habituellement dans cet ouvrage. Inversement un erg correspond à $2,4 \times 10^{-8}$ calories et un watt à 0,24 calorie-gramme.

ERG. — Unité absolue C.G.S. de travail. C'est le travail fourni par l'unité de force quand son point d'application se dépla[ce d'un] centimètre. Le kilogrammètre vaut 98[1 × 10⁵] ergs (Voy. Unités).

ERGMÈTRE. — Appareil imaginé par [...]ton pour mesurer le travail électriqu[e], fondé sur le principe de la roue de B[arlow] de l'appareil analogue de Faraday. Un [disque] de cuivre, traversé par un courant, pe[ut tour]ner dans un champ uniforme et très [intense] produit par les pôles très rapproch[és d'un] électro-aimant analogue à celui d'une [...]. Les extrémités du fil de cet électro[-aimant commu]niquent avec les points entre lesquels [on veut] mesurer le travail. L'action électroma[gnétique] met le disque en mouvement ; un c[ompteur] indique le nombre des tours et par s[uite l'é]nergie correspondante.

ESPACE NEUTRE. — Syn. de Ligne n[eutre].

ESSAYEUR ÉLECTRIQUE DES TAPU[RES DES] MÉTAUX. — On nomme tapures des f[entes in]térieures qui se forment surtout dan[s le métal] trempé dur, comme l'est l'acier chr[omé des] projectiles de rupture employés par la [marine] pour percer les plaques des cuirassés. [Elles se] produisent surtout à l'ogive de ces pr[ojectiles]. Les projectiles *tapés* se brisent sur [les pla]ques sans pénétrer; ils peuvent même [éclater] en magasin.

Le capitaine L. de Place a imaginé [d'appli]quer le téléphone à la vérification des [projec]tiles. Un petit marteau mû par un r[essort] par l'électricité frappe sur le métal à é[prouver]. Un microphone spécial, placé à une [distance] fixe du frappeur, est intercalé dans u[n circuit] contenant en outre une pile et une b[obine in]ductrice placée au zéro d'une règle divi[sée, sur] laquelle glisse une bobine induite, rel[iée au] téléphone. On éloigne cette bobine de [la pre]mière jusqu'à ce qu'on n'entende p[lus rien] dans le téléphone. La division de la [règle à] laquelle s'arrête la bobine induite n'e[st pas la] même pour deux blocs de même m[étal, de] même poids et de même forme, si l'un [est tapé] et que l'autre ne le soit pas.

La même méthode a été appliquée à [la véri]fication d'arbres de couche de très gra[ndes di]mensions, destinés à l'Exposition de 1[889].

Cette méthode élégante a reçu depuis [des] perfectionnements qui seront indiqué[s à l'ar]ticle Schiséophone.

ÉTALON ÉLECTRIQUE. — On donne [ce nom] aux modèles types des diverses unités [électri]ques (Voy. Unités).

Pile étalon. — Voy. Pile.

ALONNAGE. — Étalonner un galvano- ou un instrument analogue, c'est déter- en ampères la valeur de chaque division graduation. Si l'on possède déjà un ins- nt étalonné, il est facile d'en étalonner es par comparaison. Dans le cas contraire, passer dans l'appareil un courant cons- d'intensité connue. Pour les instruments lesquels la déviation est une fonction e de l'intensité, comme les boussoles, il d'une opération; pour les galvanomètres ires, il faut en faire un grand nombre. le galvanomètre de Thomson, une seule ion suffit, car les déviations sont pro- nuelles aux intensités; mais il faut re- encer chaque fois qu'on déplace l'aimant teur, car la sensibilité dépend de sa posi- Pour connaître l'intensité du courant fait passer dans l'appareil, le plus simple ntercaler en même temps dans le circuit ctrolyte (Voy. Intensité). On peut aussi ler une résistance connue R et mesurer voltmètre la différence de potentiel ε aux xtrémités de cette résistance, l'intensité

$$I = \frac{\varepsilon}{R}.$$

peut enfin étalonner un galvanomètre à d'une bobine étalon; l'électrodynamo- de l'Association britannique, décrit plus peut servir à cet usage.

T ÉLECTRIQUE. — État d'un corps élec-

permanent. — État d'un conducteur par- par un courant constant.

variable. — État d'un conducteur par- par un courant d'intensité variable. Il y ours, même avec une source constante, un état variable au moment de la fermeture et de l'ouverture du circuit. L'état permanent est donc précédé et suivi d'un *état variable*. On admet que l'intensité pendant cette période est représentée par

$$i = I\left(1 - e^{-\frac{Rt}{L}}\right)$$

I étant l'intensité finale, i l'intensité au temps t, e la base des logarithmes népériens, R la résistance totale, L le coefficient de self-induction. Cette formule ne s'applique plus lorsque le circuit renferme un électro-aimant. On peut se servir alors de la formule suivante, établie par M. Leduc:

$$(E - Ri)\,dt = d\varphi$$

φ étant le flux de force total qui traverse le circuit au temps t.

M. Guillemin a étudié expérimentalement l'état variable. Pour un fil télégraphique de 570 km. et une pile de Bunsen de 60 éléments, la durée de cette période est 0,02 seconde. Près de la pile, les intensités vont en diminuant; elles croissent au contraire dans la partie du circuit voisine de la terre.

ÉTAT SENSITIF. — MM. W. Spattiswoode et J.-F. Moulton ont étudié en 1879 « l'état sensitif des décharges électriques à travers les gaz très raréfiés.

« La colonne lumineuse produite dans les tubes à vide par la décharge électrique manifeste quelquefois une grande sensibilité quand on approche du tube le doigt ou un autre corps conducteur. L'effet exact de ce rapprochement varie beaucoup avec les circonstances de la décharge. Dans bien des cas, la colonne lumineuse est repoussée (fig. 323); dans d'autres, et surtout quand on touche le tube avec le doigt, la



Fig. 323. — État sensitif des décharges dans les gaz raréfiés.

est coupée; dans ce dernier cas, outre lumineux qui existait auparavant, on voit saillir de l'intérieur du tube, au point se le doigt, la lueur bleue qui caractérise lement le bout négatif d'une décharge. uelques cas, l'action de la décharge est si énergique que l'on voit apparaître sur le côté du tube opposé au point touché la fluorescence bleue ou verte bien connue.

« Le degré de sensibilité varie entre des limites écartées. Cet état sensitif ne semble pas appartenir en propre à un milieu gazeux particu-

lier, ou à une forme de tube spéciale, et il est très probable, en réalité, qu'avec des précautions convenables, on peut produire des décharges sensitives dans presque tous les tubes. Cet état peut se manifester dans des décharges stratifiées, mais plus généralement il accompagne les décharges où l'on ne voit pas de traces bien nettes de stratification. Toutefois, il ne se présente pas constamment dans ce genre de décharge. » Le lecteur trouvera des renseignements très complets sur ce sujet, que nous ne pouvons développer ici, dans le *Traité d'électricité* de Gordon, dont nous avons extrait les passages qui précèdent. Nous citerons aussi les travaux de M. Desruelles sur le même sujet.

ÉTHER. — Milieu élastique, extrêmement raréfié, que l'on suppose répandu partout, même dans le vide, et par les vibrations duquel on explique la propagation de la lumière et de la chaleur. On tend à regarder aujourd'hui les phénomènes magnétiques et électriques comme étant aussi des manifestations des propriétés de l'éther. « Les différents phénomènes d'électricité et de magnétisme sont favorables à la conception de Faraday, qui consiste à abandonner l'idée des actions à distance, et à considérer les forces comme transmises par les réactions élastiques d'un milieu intermédiaire. C'est une hypothèse analogue à celle qui sert de base aujourd'hui à la théorie physique de la lumière; mais il serait contraire à l'esprit scientifique d'imaginer ainsi autant de milieux différents qu'il y a de phénomènes à expliquer, comme on le faisait autrefois par les hypothèses distinctes du fluide calorifique, des fluides électriques et des fluides magnétiques.

« Le grand problème que soulève la philosophie de la science est donc de connaître la constitution d'un milieu unique qui permette d'expliquer en même temps tous les phénomènes physiques. » (Joubert et Mascart.)

ÉTINCELLE ÉLECTRIQUE. — Trait de feu se produisant entre deux corps chargés d'électricités contraires ou entre un corps électrisé et le sol. C'est une des formes de la décharge disruptive. Sa forme varie avec sa longueur. Quand elle est courte, c'est un trait rectiligne très lumineux et dont l'épaisseur augmente avec la quantité d'électricité mise en jeu. Si l'on augmente la distance ou qu'on diminue la capacité du conducteur, le trait devient plus grêle, moins lumineux et se replie en zigzag (fig. 324), puis se ramifie de plus en plus et se transforme enfin en aigrette (voy. ce mot). Dans les ga[z] l'étincelle se transforme en lueur (voy

La couleur de l'étincelle varie avec du gaz : elle est violacée dans l'air,



Fig. 324. — Étincelle ramifiée.

l'azote, rouge dans l'hydrogène, v l'acide carbonique, etc. La longueur celle dépend de la différence de poten les deux électrodes (voy. Distance exp

Les tubes et globes étincelants au considérablement la longueur de l'é une série de losanges métalliques s les uns à la suite des autres, et se char par influence quand on relie l'une mités de l'appareil à la machine, l'aut l'étincelle éclate à la fois dans tous valles.

L'étincelle est toujours accompag bruit sec produit par l'ébranlement d On le montre avec le thermomètre de ley (voy. ce mot). Elle peut traverser le solides et liquides : elle perce une c lame de verre; quand elle passe da l'ébranlement casse le tube qui ren liquide.

L'étincelle produit des effets physiq miques et physiologiques. Sa chaleur volatilise les fils ou lames de métal (portrait de Franklin). Elle provoque binaisons et les décompositions chimi tolet de Volta); mais, là encore, c'est. ment à sa chaleur qu'on attribue produits. Elle donne des commotions suivant son énergie, depuis une simpl jusqu'à un choc formidable. La comm la bouteille de Leyde peut être ress même temps par un grand nombre sonnes faisant la chaîne; elle est pl aux extrémités qu'au milieu. L'effet gique semble proportionnel à l'énergie porte plus facilement des étincelles 30 centimètres provenant d'une mach naire que des étincelles de quelques tres produites par une batterie de gr pacité.

EUDIOMÈTRE. — Appareil destiné à la combinaison ou la décomposition sous l'influence de l'étincelle électri

ns eudiomètres, dont la figure 325 montre spécimens, se composaient d'un tube de épais, traversé par deux tiges métalli- BC soigneusement isolées, entre lesquelles it passer une étincelle, à l'aide d'un élec- trophore ou mieux d'une bobine de Ruhmkorff. Une plaque de métal empêche les gaz de sortir pendant la détonation. Le second modèle s'emploie sur l'eau. L'étincelle jaillit entre la tige isolée et la monture métallique. Un tube étroit et

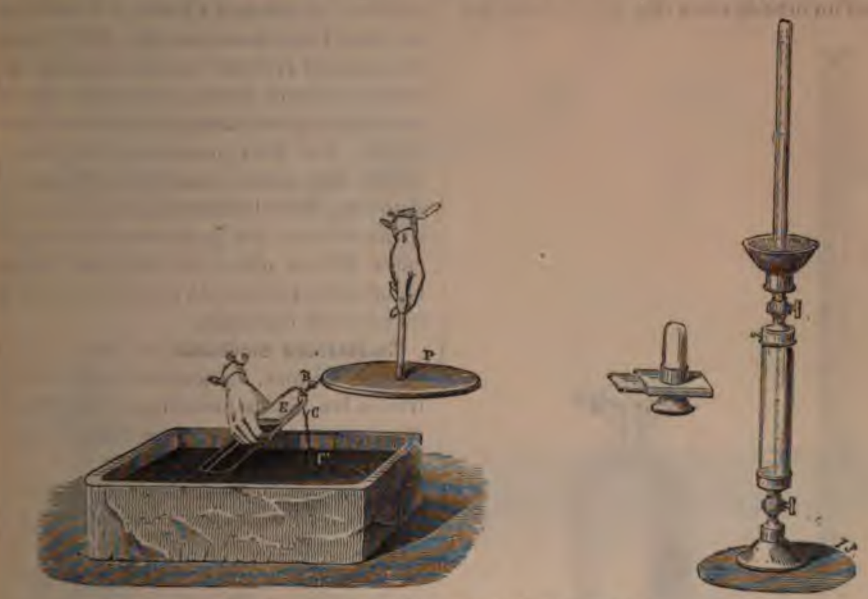


Fig. 325. — Eudiomètre à mercure et eudiomètre à eau.

uésert à mesurer le résidu gazeux. Une jauge, ésentée à part, sert à introduire les gaz.

diomètre d'Hofmann. — Les instruments édents sont incommodes et ont l'inconvé- d'exiger de nombreux transvasements, ant lesquels on peut perdre du gaz. Il existe rtain nombre d'appareils plus récents dans els on a évité ce défaut. L'eudiomètre mann (fig. 326) est composé d'un tube de en forme d'U, dont la branche fermée est rsée en A par deux fils de platine destinés à r l'étincelle, et muni de deux robinets de R et P; ce dernier, qui a un conduit coudé, présenté à part. Pour introduire un gaz, mmence par remplir l'appareil de mercure, on adapte à la tubulure T un caoutchouc en munication avec l'appareil producteur de , et l'on tourne la clef P de manière que duit coudé aille de T en V. On laisse dé- le gaz pendant quelques instants, de ma- à chasser l'air du caoutchouc et du con- TV, puis on fait faire à P un demi-tour, faire arriver le gaz dans le tube AB; en temps, on ouvre le robinet R pour laisser r le mercure. Quand on a introduit la ité de gaz nécessaire, on ferme les deux robinets, et on amène le gaz à la pression vou-

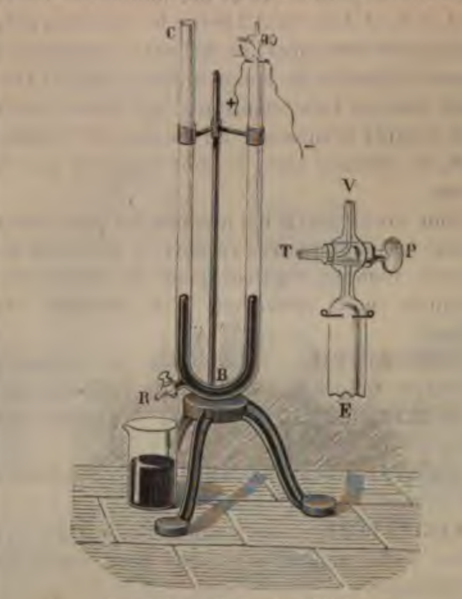


Fig. 326. — Eudiomètre d'Hofmann.

lue en faisant écouler du mercure ou en en ajoutant par C.

Eudiomètre de M. Riban. — Dans l'appareil de M. Riban, on a évité les longs fils de platine ou de cuivre des instruments précédents, qui peuvent se casser facilement et retiennent des bulles gazeuses au moment des transvasements. Il se compose d'un tube de verre (fig. 327) traversé par

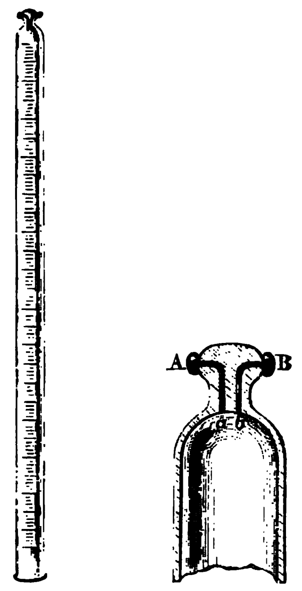


Fig. 327. — Eudiomètre de M. Riban.

deux fils de platine A*a* et B*b*, fondus en boule en A et B, et dépassant à peine le verre en *a* et *b*, mais placés assez près l'un de l'autre pour laisser passer l'étincelle. Le bouchon est en liège et traversé par un tube capillaire, qui laisse sortir puis rentrer le mercure au moment de l'explosion, et diminue ainsi le choc supporté par le verre.

Nous avons décrit les modèles les plus usités parmi les eudiomètres récents; il en existe un certain nombre d'autres pour la description desquels nous renvoyons aux ouvrages de chimie.

EUDIOMÉTRIE. — Ensemble des procédés d'analyse fondés sur l'emploi de l'eudiomètre.

EUDIOMÉTRIQUE (Analyse). — Analyse des gaz par l'eudiomètre.

EXCITABILITÉ ÉLECTRIQUE. — Sensibilité des organes à l'électricité.

EXCITATEUR. — Instrument qu'on relie aux pôles d'une source électrique pour recueillir l'électricité.

Excitateur à manches de verre. — Arc métallique muni de deux manches de verre MM' et formé de deux parties BB' réunies par une charnière A (fig. 328). Il sert à charger et à décharger les conducteurs, notamment les batte les faisant communiquer avec une mac avec le sol.

Excitateur universel. — Appareil fo deux tiges métalliques, portées par de isolants, et pouvant s'incliner à volonté ser dans leurs montures (fig. 329). Les e tés peuvent recevoir des accessoires de variées (pointes, boules, serre-fils, etc.); micrométrique C mesure la distance de c pièces. Les deux montures OO' peuve reliées aux pôles d'une pile, d'une bo d'une machine électrostatique, ou aux arr d'une batterie. On peut observer les ét entre EE' ou placer en ce point l'appa métallique, portrait de Franklin, etc.), q traverser la décharge.

Excitateurs médicaux. — Dans les a tions médicales, on nomme excitateurs c trodes les pièces métalliques de divers mes qui établissent la communication malade.

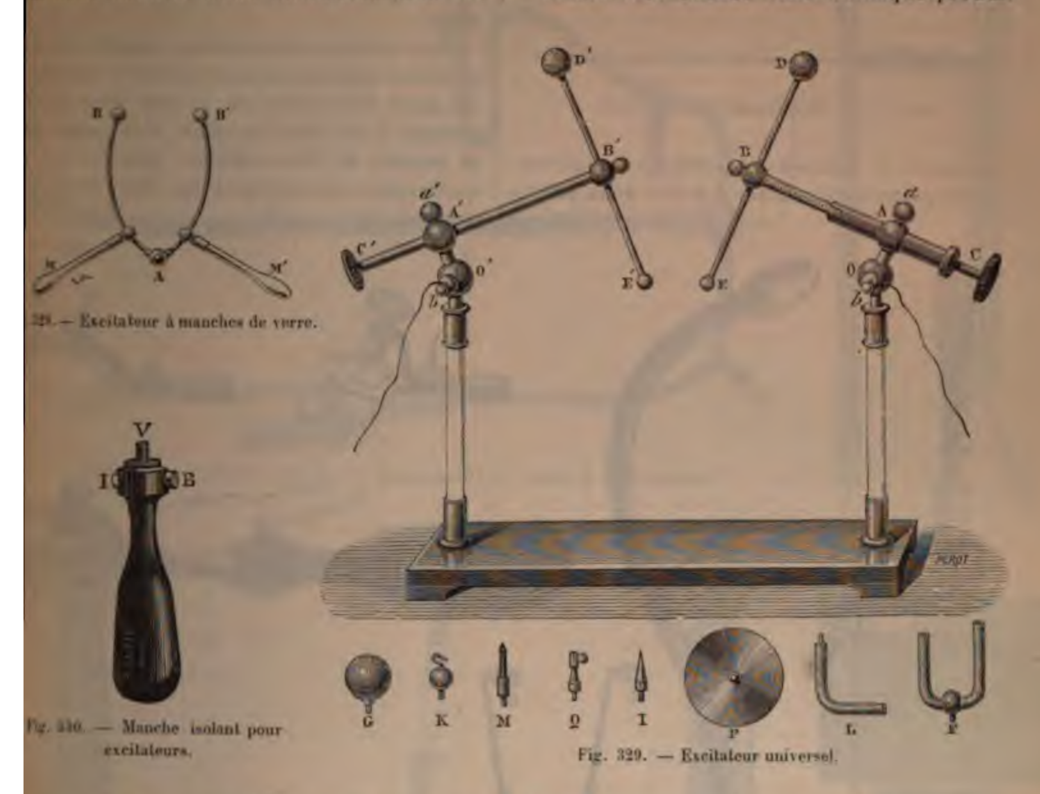
Pour l'électricité statique, il suffit d'u nombre d'excitateurs : 1° un *excitateur simple*, formé d'une tige de laiton p 2° un *excitateur à boule;* 3° un *excitateur tes multiples*, petit cylindre de laiton t par une plate-forme hérissée de pointes *excitateur en bois*, tige de bois dont mité est arrondie en boule. Le premi à produire un souffle assez rude, et sième un souffle plus doux. Le second des étincelles; enfin le dernier, étant p ducteur, produit des étincelles faibles e breuses donnant une assez vive révul sert notamment à électriser la tête.

Pour l'application des courants, il e mode d'avoir un manche isolant (fig. 3 lequel on fixe en V un excitateur de forn conque, et en B les rhéophores; un bout d'interrupteur.

Lorsqu'on fait usage des courants c seulement pour utiliser leur effet sur la tion générale, mais non l'action prod contact de l'électrode, il est avantageu diminuer la résistance au contact de et éviter l'action chimique en ce point ployer de larges plaques de métal ou c bon recouvertes de peau ou d'amadou, imbibe d'eau salée au moment de s'en Ces plaques (fig. 331) peuvent être tenu main ou appliquées par des courroie employé aussi, dans le même but, un qu'on déplaçait à la surface de la pea disposition est moins bonne, parce qu

…cement est toujours accompagné d'intermit…ces. On peut encore se servir de terre glaise, …lement imbibée d'eau salée. Dans tous les cas, la peau doit être bien nettoyée au savon ou à l'alcool pour diminuer la résistance.

Si l'on veut utiliser l'effet chimique produit



…28. — Excitateur à manches de verre.

Fig. 330. — Manche isolant pour excitateurs.

Fig. 329. — Excitateur universel.

…lement à l'un des pôles (galvanocaustique …mique), on y dispose un excitateur plus …it, tandis que l'autre reçoit encore une large plaque. Ainsi, pour le traitement des anévrysmes, le pôle positif est constitué par une aiguille mince (fig. 332), qu'on enfonce dans l'artère,

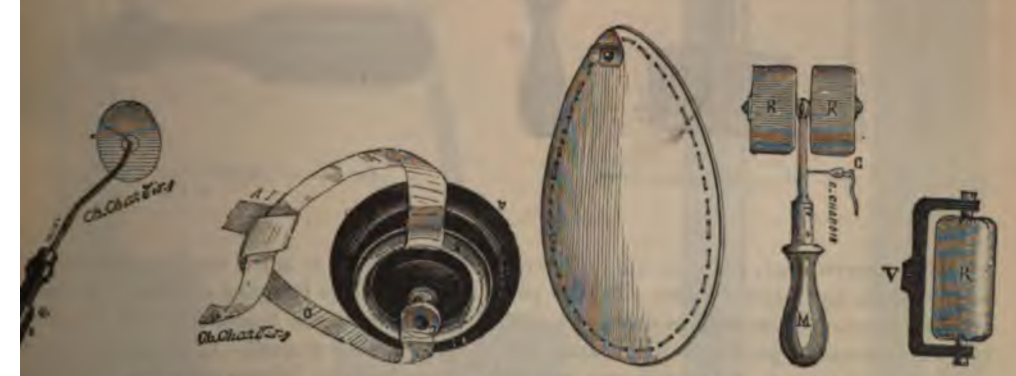


Fig. 331. — Plaques et rouleaux recouverts de peau. (Modèles Charles Chardin et Gaiffe.)

…s que l'électrode négative appliquée sur …au est une large plaque (Voy. GALVANO…IQUE CHIMIQUE).

…forme des excitateurs (fig. 333) varie avec le point où ils doivent être appliqués. Pour les courants induits notamment, il n'est besoin que d'une petite surface. Les excitateurs olivaires servent surtout pour la galvanisation des par-

ties profondes; le second et le troisième modèles sont destinés au rectum. L'excitateur double, formé de deux parties recourbées, montées à



Fig. 332. — Aiguille pour électropuncture.

charnière, et pouvant s'écarter d'un angle variable, permet d'électriser à la fois deux points rapprochés. Pour la révulsion par l[es courants]
induits, on se sert souvent d'un peti[t ...]
tallique, que l'on promène à la sur[face de la]
peau.

Pour éviter les dérivations, danger[euses dans]
certaines régions, et pour localiser l[...]
un point déterminé, on se sert d'u[n ...]
portant à la fois les deux électro[des ...]
M. Boudet de Pâris emploie dans c[e but des]
excitateurs concentriques (fig. 334) : l[...]



Fig. 333. — Excitateurs divers.

Fig. 334. — Excitateurs concentriques d[u Dr Boudet] de Pâris.

à bouton interrupteur, porte un anneau recouvert de peau, qui forme l'un des pôles; le pôle actif est représenté par un bras droit ou coudé, isolé de l'anneau et portant, soit un tampon de charbon recouvert de peau, soit une aiguille d'acier couverte en partie d'un vernis isolant, ou une pointe conique en cuivre nickelé. Le premier est destiné à la galvanisation des nerfs ou des muscles de la face, le second à l'électrolyse des tumeurs érectiles et ganglionnaires, et le troisième aux petites tumeurs superficielles des téguments. Un autre modèle, formé [...]
que séparé de l'anneau seulement par [...]
très étroite, sert à produire une actio[n ...]
que capable d'amener la rubéfaction o[u]
la vésication; le disque central est g[...]
ment relié au pôle négatif.

Nous indiquerons encore quelques [excita]teurs particuliers. La sonde du Dr Bo[udet de]
Pâris sert à galvaniser la vessie, dans l[a para]lysie vésicale : une sphère de cuivre cre[use re]liée au pôle négatif (fig. 335) est munie [...]



Fig. 335. — Excitateur vésical avec manomètre du Dr Boudet de Pâris. (Gaiffe.)

Fig. 336.

Fig. 336. — Excitateurs divers.

1, 2. Excitateurs utérin simple et double du Dr Tripier. (Gaiffe.) — 3, 4. Excitateur utérin double concentrique à disque du Apostoli. — 5. Excitateur utérin double annulaire du Dr Apostoli. — 6. Excitateur vaginal du Dr Apostoli. (Chardin.) — Excitateur pour la trompe d'Eustache. — 8. Excitateur spécial pour la paupière. (Chardin.)

embouts : l'un S s'implante dans une sonde en gomme, qui renferme l'électrode métallique ; A sert à vider la vessie ou à y injecter de l'eau à l'aide d'une seringue, comme le montre la figure; B peut communiquer avec un manomètre M.

Les quatre premiers modèles (fig. 336) sont des excitateurs utérins : le premier est simple et enfermé dans une sonde tantôt droite, tantôt recourbée à son extrémité. On lui adjoint un bouton ou une plaque de charbon sur les parois abdominales. Les trois autres renferment les deux conducteurs, et servent à la faradisation isolée de la cavité. Le premier est celui du Dr Tripier; le second, dû au Dr Apostoli, se termine par deux cercles concentriques. Les modèles 6, 7, 8 sont destinés au col de la matrice, aux yeux, à la trompe d'Eustache.

EXCITATION. — On donne ce nom, dans les machines dynamos, aux différentes manières de produire le champ magnétique ou d'aimanter les inducteurs. Le courant qui passe dans ceux-ci peut être fourni en effet soit par une machine séparée (*excitation indépendante*), soit par la dynamo elle-même, qui est dite alors *auto-excitatrice*. Dans ce cas, les inducteurs peuvent recevoir soit le courant total (*excitation en série*), soit une partie seulement de ce courant (*excitation en dérivation*) ; ils peuvent même être entourés d'un double circuit, l'un en série, l'autre en dérivation (*excitation compound* ou en *double circuit*).

On peut encore employer bien d'autres modes d'excitation, par exemple faire usage à la fois d'une excitatrice et d'une dérivation, ou, s'il y a plusieurs inducteurs, monter les uns en série et les autres en dérivation, etc. Nous insisterons seulement sur les modes d'enroulement principaux.

Lorsqu'une machine auto-excitatrice commence à tourner, les inducteurs ne sont parcourus par aucun courant; le magnétisme rémanent gardé par les noyaux, dont le fer n'est jamais absolument doux, suffit ordinairement pour amorcer la machine.

Excitation indépendante. — Ce système a l'inconvénient d'exiger une machine spéciale, mais il permet de varier facilement l'intensité du courant inducteur en changeant la force électromotrice de l'excitatrice ou la résistance du circuit; en outre la force électromotrice de la dynamo est indépendante de la résistance du circuit extérieur. Ce mode d'excitation s'impose dans les machines à courants alternatifs, à moins de redresser par un commutateur la partie du courant qu'on lance dans les élec
tros.

Excitation en série (fig. 337). — La construc

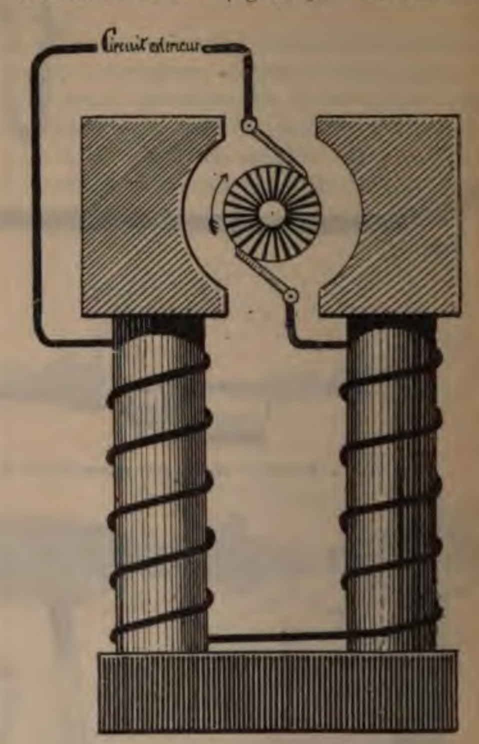


Fig. 337. — Excitation en série.

tion est plus simple que dans les systèmes sui
vants. Les électros recevant le courant total, i
y a avantage à les former d'un fil gros et fin, afi
de diminuer leur résistance, ce qui, pour u
même circuit extérieur, rendra le courant plu
intense. Il faut observer cependant qu'en agis
sant ainsi on risquerait d'augmenter beaucou
le prix de revient de la machine, car le prix d
fil augmente avec sa section, et ce prix form
une partie notable du coût total. Aussi calcule
t-on ordinairement la section du fil d'aprè
l'échauffement que doit produire le passage d
courant; on peut admettre 2 à 4 ampères pa
millimètre carré, suivant que l'épaisseur de
spires permet un refroidissement plus ou moin
lent.

L'excitation en série présente un grave in
convénient. Si le circuit extérieur contient u
appareil qui puisse, à un certain moment, dé
velopper une force contre-électromotrice su
périeure à la force de la machine, le couran
s'intervertit et peut renverser la polarité d
champ magnétique, de sorte qu'aux opération
suivantes le changement de sens du couran

persistera, ce qui peut être très grave, par exemple s'il s'agit de charger des accumulateurs ou de faire de la galvanoplastie. On peut obvier à cet inconvénient par l'emploi d'un conjoncteur-disjoncteur.

Si l'on emploie cette disposition, il est avantageux de placer les appareils extérieurs en quantité, de sorte que l'addition de chacun d'eux diminue la résistance ; l'intensité augmente avec le travail à effectuer.

Excitation en dérivation (fig. 338). — Dans ce cas, le fil des électros doit être long et fin, pour ne pas absorber une trop grande partie de l'intensité. On calcule sa résistance d'après celle du circuit extérieur. Le courant principal peut s'intervertir sans influer sur la polarité des inducteurs : ces machines conviennent donc au cas où il peut se produire une force contre-électromotrice. Les appareils extérieurs doivent être montés de préférence en série.

Influence du mode d'excitation sur le débit. — Soit une machine excitée en série, R la résistance extérieure, r celle de l'induit et ρ celle des inducteurs.

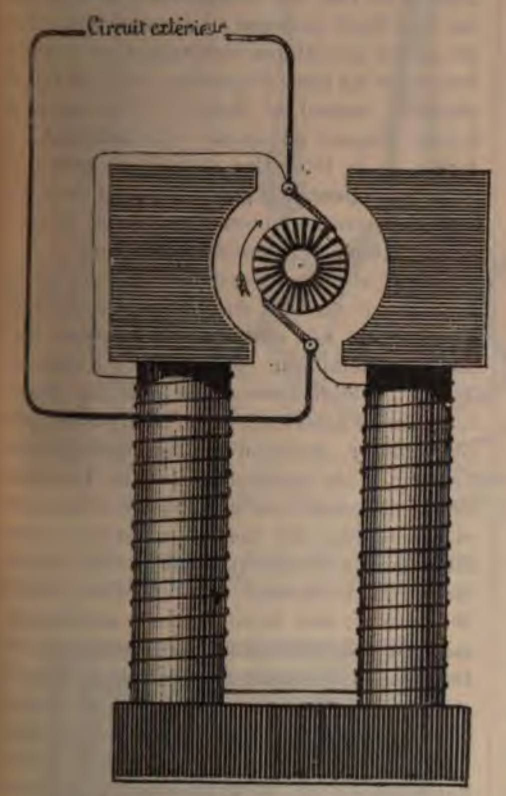


Fig. 338. — Excitation en dérivation.

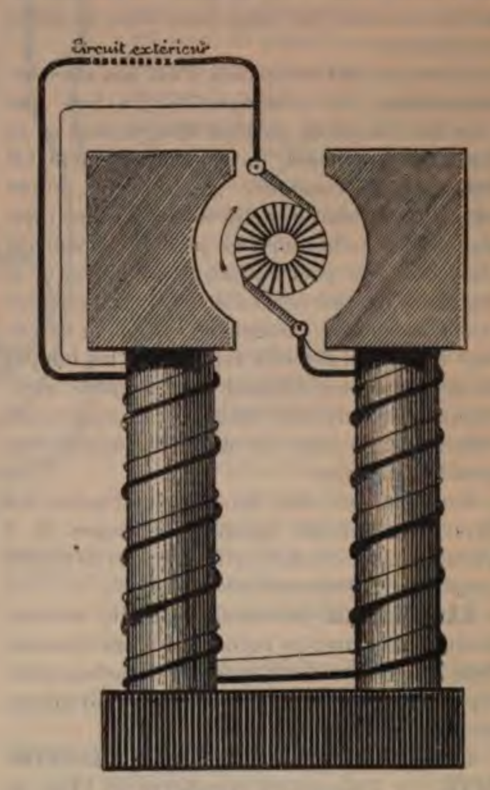


Fig. 339. — Excitation compound.

Figures empruntées à M. Montillot, *La lumière électrique.*

L'intensité est

$$I = \frac{E}{R + r + \rho}.$$

Il est évident que, si la résistance extérieure R, qui est ordinairement très supérieure aux deux autres, vient à augmenter, l'intensité diminue ; par conséquent le champ magnétique diminue aussi, et il en est de même de la force électromotrice. C'est donc au moment où le travail à effectuer augmente que l'énergie produite devient plus faible.

Au contraire, dans une machine excitée en dérivation, si la résistance extérieure augmente, une plus grande partie du courant passe dans les inducteurs ; le champ magnétique augmente, et la force électromotrice croît relativement plus vite que R, de sorte que l'intensité totale augmente.

Excitation compound (fig. 339). — On voit que, dans aucun des deux modes d'excitation précédents, la force électromotrice, ou la différence

de potentiel aux bornes, qui lui est proportionnelle, ne reste constante quand on fait varier la résistance extérieure, mais qu'elle augmente dans un cas et qu'elle diminue dans l'autre : on comprend qu'en associant les deux modes d'enroulement on puisse rendre cette différence constante, ou tout au moins peu variable, quelle que soit la résistance. C'est le but de l'excitation compound ; les électros sont entourés de deux fils, dont l'un, gros et court, est monté en série et reçoit le courant total, tandis que l'autre, long et fin, est placé en dérivation. Ces fils peuvent être superposés dans un ordre quelconque.

L'enroulement compound n'est pas sans inconvénients : la compensation n a lieu que pour une vitesse de rotation déterminée ; si on change cette vitesse, ou si le mouvement est irrégulier, la constance n'existe plus, et en outre il se produit des étincelles qui usent rapidement les collecteurs. Le prix de revient est plus élevé que pour les autres machines, et la dépense d'énergie nécessitée par l'excitation est plus grande. Mais, comme ce système a l'avantage de ne pas détruire rapidement les lampes et de permettre d'éteindre un nombre quelconque de foyers sans influencer les autres, son emploi a pris dans les dernières années une grande extension.

Nous indiquerons, dans la description des diverses machines dynamo-électriques et à l'article Régulateur, d'autres moyens de rendre constante la différence de potentiel.

EXCITATRICE (Machine). — Petite machine destinée à exciter les inducteurs d'une dynamo. Tantôt l'excitatrice est fixée sur la machine principale (machine auto-excitatrice de Gramme), tantôt elle est complètement séparée.

EXÉCUTIONS CAPITALES PAR L'ÉLECTRICITÉ. — L'assemblée législative de l'État de New-York a voté, en 1888, une loi d'après laquelle tous les condamnés à mort seraient exécutés par l'électricité. Une commission fut chargée de rechercher la méthode la plus pratique pour l'application de la nouvelle peine capitale.

Conformément aux conclusions de cette commission, on vient de commencer à construire à New-York un bâtiment destiné aux exécutions par l'électricité, qui sera attenant aux cellules d'isolement de la prison de Sing-Sing et dépendra de cet établissement. La dynamo sera à courants alternatifs et à excitation indépendante, donnant 1000 volts et 1800 alternances par minute à la vitesse de 1650 tours. Un câble d'environ 300 mètres de longueur amènera courant à la salle d'exécution, qui renferme comme accessoires : un voltmètre placé en d rivation sur les fils principaux, un ampèr mètre, deux commutateurs placés sur les deu conducteurs principaux, pour éviter les acci dents. La chaise d'exécution est massive et e bois dur : le condamné y sera assujetti par de courroies qui immobiliseront tout le corps ; l tête seule pourra faire un léger mouvemen qui n'entravera pas l'action du courant. L'ex trémité de l'un des conducteurs se visse dan un trou fileté pratiqué au sommet d'une sort de calotte métallique renfermant un disque d bronze de 1,5 mm. d'épaisseur et de 50 mm. d diamètre, auquel est fixé un fil de cuivre d 3 mm. disposé en spirale et s'adaptant à l forme de la tête. Une couche de toile ou d coton spongieux séparera le métal de la têt et le tout sera recouvert d'un bonnet de caou chouc rempli d'un liquide conducteur.

L'autre rhéophore se divise en deux cordon flexibles se rendant aux électrodes des pied Chacune de ces électrodes est formée d'u plaque métallique de 3 mm. d'épaisseu 350 mm. de hauteur et 50 mm. de largeu L'extrémité antérieure se termine par une piè plus épaisse, percée d'un trou fileté qui reç l'extrémité du conducteur souple. Le conta est encore assuré par une substance spongieu et un liquide. On mesurera d'abord, d'apr les journaux scientifiques américains, la rési tance du condamné à l'aide d'un pont Wheatstone, afin de connaître le nombre min mum de volts nécessaire pour produire la mor Des lampes à incandescence, placées dans l chambre d'exécution, indiqueront le momen où la machine fonctionnera. Un bouton d'appe placé dans cette chambre actionnera une son nerie placée près de la dynamo, pour rensei gner l'ingénieur exécuteur (*engineer executioner*)

EXPLORATEUR. — On donne ce nom à plu sieurs appareils servant à des recherches di verses.

Explorateur du champ magnétique. — Voy Aimant et Inductomètre.

Explorateur de fil. — Sorte de petit appa reil téléphonique excité par un aimant en fe à cheval qu'on place sur un fil télégraphiqu et qui sert à vérifier s'il s'y produit des effe d'induction par le voisinage des autres fils.

Explorateur-extracteur. — Appareil imagi par M. Trouvé pour constater l'existence d'u corps étranger dans l'intérieur d'une plaie reconnaître la nature de ce corps.

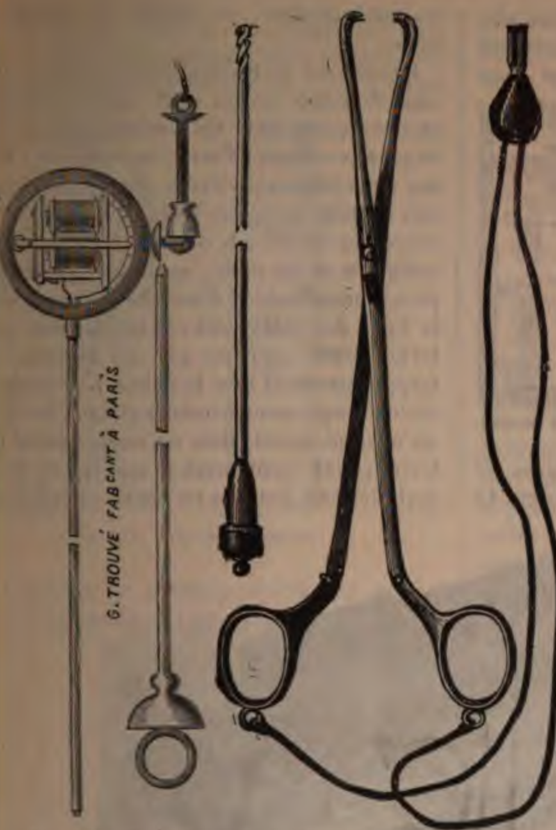


Fig. 340. — Explorateur et pince exploratrice de Trouvé.

sonde contient deux fils métalliques et terminés à l'extérieur par deux pointes

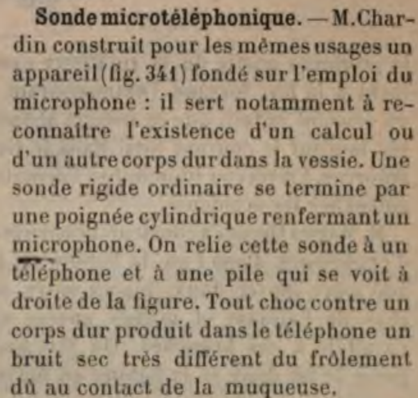


Fig. 341. — Sonde microtéléphonique.

et fines (fig. 340) ; ces fils sont reliés à le de petites dimensions qu'on peut porter

en bandoulière, et le circuit comprend un petit trembleur à électro-aimant, qui forme en quelque sorte une sonnerie sans timbre. Si l'extrémité de la sonde vient à rencontrer un corps dur, mais peu conducteur, comme un os, le courant ne passe pas ; mais, si elle rencontre un objet métallique, les deux pointes se trouvent réunies et le circuit se ferme : on en est averti par le mouvement du trembleur et le léger bruit qui l'accompagne. Si cet objet est mou, du plomb par exemple, les pointes s'y enfoncent, et on peut retirer la sonde d'une petite quantité sans faire cesser le courant ; s'il est en métal plus dur (fer ou cuivre), le courant n'est établi que par contact et il s'interrompt dès qu'on retire un peu la sonde. Le même trembleur peut s'appliquer aux pinces destinées à l'extraction des fragments métalliques. Les deux branches sont alors isolées l'une de l'autre au pivot et communiquent avec les deux bornes du trembleur. Celui-ci fonctionne lorsque les deux mors saisissent un objet métallique, mais non lorsque l'appareil est ouvert ou qu'il se ferme sur un os. La figure montre en outre une tarière qui sert à prélever quelques parcelles du corps étranger, lorsqu'il est mou, pour en déterminer la nature.

Sonde microtéléphonique. — M. Chardin construit pour les mêmes usages un appareil (fig. 341) fondé sur l'emploi du microphone : il sert notamment à reconnaître l'existence d'un calcul ou d'un autre corps dur dans la vessie. Une sonde rigide ordinaire se termine par une poignée cylindrique renfermant un microphone. On relie cette sonde à un téléphone et à une pile qui se voit à droite de la figure. Tout choc contre un corps dur produit dans le téléphone un bruit sec très différent du frôlement dû au contact de la muqueuse.

EXPLOSEUR. — Petit appareil spécialement destiné à l'inflammation des amorces pour les mines.

On peut employer pour cela de petites machines d'électricité statique. Tel est l'appareil d'Ebner (fig. 342), en usage dans le

génie autrichien. Il est formé d'un ou deux plateaux de verre ou de caoutchouc, qui tournent entre des plateaux garnis d'or mussif, et char-

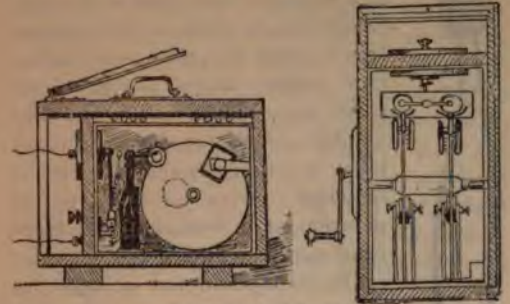


Fig. 342. — Appareil d'Ebner (élévation antérieure et latérale).

gent une bouteille de Leyde. Deux poupées reçoivent les fils qui aboutissent à l'amorce. La bouteille chargée, on établit les commu tions.

L'exploseur de Bréguet, ordinairement a *coup de poing*, est un petit appareil ma électrique (fig. 343). Un aimant en U est de plusieurs lames d'acier superposées ; a des deux pôles sont fixées des bobines, e lées de telle sorte que leurs effets s'ajout reliées au circuit qui contient les amorce armature de fer doux, appliquée sur les peut tourner autour d'une charnière para la ligne des pôles; elle est commandée p levier coudé terminé par un bouton, frappe fortement avec le poing. L'armatu carte brusquement, produisant dans les b un courant induit. Mais un ressort porté levier coudé vient toucher une vis de bu maintient les bobines en court circuit pe



Fig. 343. — Coup de poing Bréguet.

la première partie de la rotation; c'est seulement à la fin, lorsque l'extra-courant s'ajoute au courant induit, que le ressort abandonne la vis, lançant le courant total dans le circuit des amorces. Un verrou immobilise l'armature pour empêcher les accidents.

M. Marcel Deprez a construit plusieurs modèles d'exploseurs. Dans l'un, la bobine est fixée sur une pièce de fer doux, placée entre les branches de l'aimant et mobile autour d'un axe parallèle à ces branches. On fait tourner la pièce de fer doux et la bobine au moyen d'une manette.

Dans un autre modèle, la bobine est encore placée entre les branches de l'aimant, mais elle est fixée à une armature qui s'applique sur les pôles, comme dans l'appareil de Bréguet. Le courant produit par le déplacement de l'armature est lancé dans le fil inducteur bobine de Ruhmkorff, et le courant de cette bobine est envoyé dans le circu amorces.

MM. Siemens et Halske construisent des seurs dynamo-électriques. L'armature, née par une manivelle, fait d'abord quatr pour amorcer la machine : le courant est lancé dans les amorces.

Le génie allemand emploie l'exploseu cus (fig. 344); il est contenu dans une boîte dont le fond et deux des côtés fo un aimant en fer à cheval; les deux côtés sont en ébonite et l'un d'eux po deux bornes.

Une armature de fer doux, sur laquell roule une bobine à fil très fin, peut t autour d'un axe vertical, à l'aide de l

gnée extérieure. Si on lui fait faire quelques tours, un arrêt la maintient dans sa position; mais, dès qu'on appuie sur le bouton qu'on

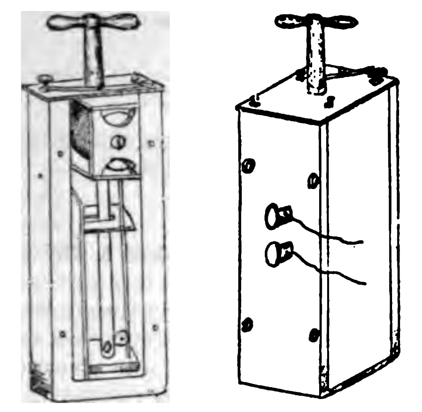


Fig. 344. — Exploseur Marcus.

voit à gauche du premier dessin, un ressort puissant la ramène rapidement à sa position première. A ce moment, une lame métallique intérieure s'écarte momentanément de l'axe et lance le courant dans le circuit extérieur.

EXPLOSEUR-VÉRIFICATEUR DE PLACE. — Le capitaine de Place a imaginé un appareil qui sert à vérifier et à faire exploser les amorces de quantité et de tension.

Une pile de trois éléments Germain π, montés en tension (fig. 345), peut communiquer à volonté avec une bobine de Ruhmkorff AB. Le couvercle de l'appareil porte trois boutons commutateurs, deux bornes d'attache et un téléphone. Au repos, les points *b* et *c* se touchent ainsi que les points *b' c'*. Les amorces sont reliées aux bornes CD. A l'aide du bouton 3, on relie *a" b"* et le courant peut traverser le téléphone en dérivation. Quand le téléphone est sur son support, il presse un petit levier à ressort qui met en contact *t* et *t'*; lorsqu'on le saisit, cette communication se trouve supprimée automatiquement.

Lorsqu'on appuie sur le bouton 2, on envoie

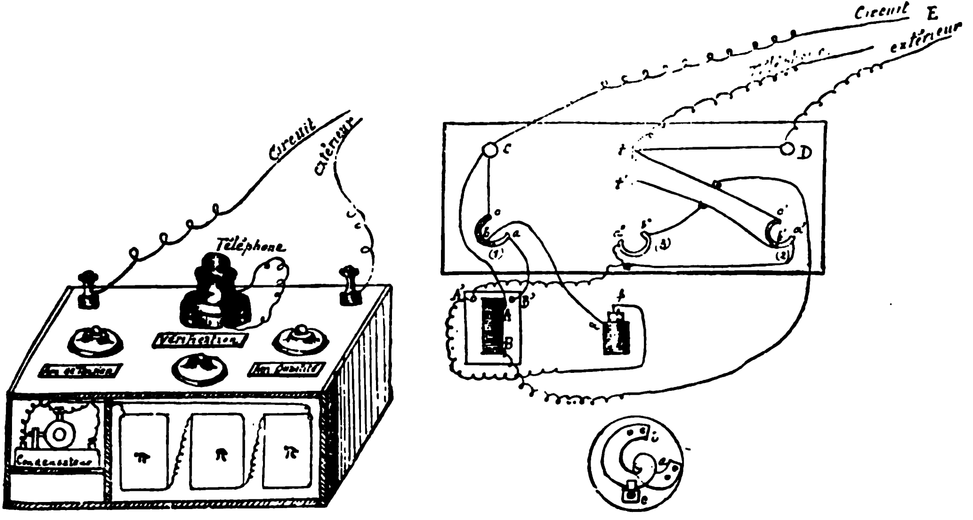


Fig. 345. — Exploseur-vérificateur de M. le capitaine de Place.

dans le circuit extérieur le courant primaire de la pile, qui est suffisant pour faire détoner plusieurs amorces à fil de platine. En pressant le bouton 1, on lance ce courant dans la bobine, et le courant induit fait exploser les amorces à étincelle.

Pour vérifier les amorces de quantité, on emploie le courant de la pile; on enlève le téléphone, ce qui introduit automatiquement dans le circuit une résistance suffisante pour que le courant ne puisse pas enflammer l'amorce. Si l'on appuie vivement plusieurs fois de suite sur le bouton 3, le téléphone parle très fort, si le fil de platine est intact; il reste muet si le fil est interrompu.

Les amorces de tension se placent en dérivation sur l'induit de la bobine, ce qui a lieu par le seul fait d'enlever le téléphone. Si l'on appuie rapidement plusieurs fois sur le bouton, le courant de la pile est lancé dans cet induit à chaque contact, puis, au moment de la rupture, l'extra-courant ne trouve plus à passer que par

l'amorce et le téléphone, et fait parler celui-ci de différentes façons, suivant l'état de l'amorce.

Si l'amorce est bonne, la faible conductibilité de la substance explosive donne deux sons faibles, qui s'entendent seulement près de l'oreille. Si les extrémités des fils se touchent, on a deux sons bruyants qui s'entendent à distance. Si l'amorce est trop résistante par suite de la mauvaise composition de la matière explosive, on n'a qu'un seul son faible. Enfin si elle ne renferme pas de composition fusante, le téléphone reste muet.

Ce petit appareil est très pratique, peu encombrant, d'un prix peu élevé et très portatif; il pèse seulement deux kilogrammes.

EXPOSITIONS D'ÉLECTRICITÉ. — La première exposition internationale d'électricité a eu lieu à Paris du 1er août au 15 novembre 1881. Les objets exposés étaient partagés en 6 groupes et 16 classes :

Les six groupes étaient ainsi distribués :

I. Production de l'électricité ;
II. Transmission de l'électricité ;
III. Électrométrie ;
IV. Applications ;
V. Mécanique générale ;
VI. Bibliographie, histoire.

Après cette Exposition, qui obtint un succès très vif, d'autres furent organisées successivement à

Londres, Munich, 1882.
Vienne, 1883.
Philadelphie, Turin, Tœplitz, Nice, 1884.
Paris (Observatoire), Anvers, Steyr (Autriche), 1885.
Bruxelles, 1887.

De plus, l'électricité a joué un rôle important à l'Exposition internationale de 1889. La classe 62 (groupe VI), consacrée spécialement à l'électricité, comptait plus de 500 exposants. En dehors de cette classe, de nombreux exposants étaient encore disséminés dans les classes 6, 7, 8 (enseignement technique), 13 (instruments de musique), 15 (instruments de précision), et enfin 48, 61, 65 et 66 (matériel et exploitation des mines, métallurgie, matériel des chemins de fer, de la navigation et de l'art militaire). Il serait trop long de donner ici un aperçu, même très rapide, des appareils exposés les plus intéressants. Nous décrirons chacun d'eux à son ordre alphabétique. Le lecteur trouvera à l'article Éclairage des renseignements sur l'éclairage électrique de l'Exposition.

Enfin une Exposition internationale du génie électrique et des inventions et des industries générales s'est ouverte à Édimbourg dans les premiers jours du mois de mai 1890.

La division I, spécialement consacrée à l'électricité, est partagée en six sections :

Section I. — Production d'électricité.
— II. — Conducteurs électriques.
— III. — Mesures.
— IV. — Applications.
— V. — Bibliographie.
— VI. — Histoire.

EXTINCTEUR D'ÉTINCELLES A JET D'AIR. — M. E. Thomson empêche la production des étincelles qui se forment toujours aux collecteurs des dynamos, les échauffent et brûlent souvent les balais, en lançant un jet d'air d'une grande violence contre les bouts des balais qui portent sur les segments du collecteur (fig. 346).

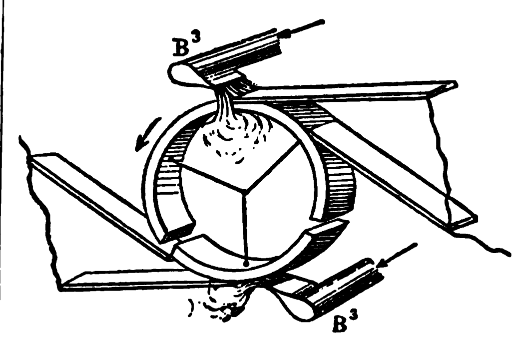


Fig. 346. — Extincteur d'étincelles à jet d'air. (Thomson-Houston Electric Company.)

Ce jet interrompt toute traînée de poussières qui tendrait à réunir les segments du collecteur, et l'on peut obtenir des forces électromotrices supérieures à 2,000 volts avec des différences de potentiel considérables d'un segment à l'autre, en se servant d'un seul commutateur, relativement très étroit, et sans échauffement ni détérioration.

L'appareil se compose d'un petit ventilateur rotatif placé sur l'axe de la machine. L'air est aspiré par des ouvertures munies d'une toile métallique très fine, pour éviter les poussières, et refoulé par des orifices communiquant avec des ajutages à jets plats. On a six jets par tour, trois dans chaque tuyau.

EXTRA-COURANT. — Courant induit qui prend naissance dans un conducteur traversé déjà par un courant de pile ou de machine, au moment de la fermeture et de l'ouverture du circuit (Voy. INDUCTION).

EXTRACTEUR. — Voy. EXPLORATEUR.

F

FAISCEAU MAGNÉTIQUE. — L'aimantation des barreaux d'acier ne dépassant guère les couches superficielles, il est préférable, pour obtenir des aimants puissants, de réunir un certain nombre de lames minces, aimantées séparément. Tous les pôles de même nom sont juxtaposés et réunis par une armature de fer doux, qui présente à son extrémité un pôle de même nom (Voy. fig. 63).

FANAL ÉLECTRIQUE. — Les navires munis d'une installation électrique semblable à celles que nous avons décrites plus haut (Voy. Éclairage) peuvent s'en servir pour alimenter les fanaux réglementaires. Pour plus de sûreté, chaque feu est formé de deux lampes à incandescence placées l'une au-dessus de l'autre et munies chacune d'un système optique. Chaque lampe est placée sur un circuit particulier, dans lequel est intercalé un avertisseur d'extinction pouvant mettre en marche une sonnerie. Une dynamo spéciale alimente ces fanaux, et maintient chargée une batterie d'accumulateurs pouvant, en cas d'accident, entretenir l'éclairage des feux pendant huit ou dix heures.

FANFARE ADER. — Appareil microtéléphonique présenté par M. Ader à l'Exposition de 1881, et qui tire son nom de ce qu'il se prête surtout à la transmission des fanfares et des airs de chasse, tandis qu'il donne d'assez mauvais résultats pour la transmission de la parole; cet instrument a figuré de nouveau à l'Exposition de 1889 (pavillon des téléphones), où il était installé de la manière suivante.

Quatre personnes fredonnaient chacune leur partie dans un nombre égal de transmetteurs microphoniques, à peu près comme on le fait dans un mirliton. Chaque transmetteur se compose d'une plaque disposée au fond d'une embouchure et qui vibre à l'unisson du son émis par le musicien. Ces vibrations produisent des interruptions plus ou moins rapides entre la plaque et la pointe d'une vis placée derrière elle, et dont le contact se règle par un bouton.

Chaque récepteur se compose d'un aimant en U, portant entre ses branches deux petits noyaux de fer doux munis chacun d'une bobine et comprenant un intervalle de quelques millimètres. En face de ce vide est placée une petite pièce rectangulaire de fer doux, fixée sur une lame vibrante en sapin de 10 centimètres environ de longueur. Le courant qui passe dans les bobines subit les interruptions périodiques du transmetteur; l'aimantation des noyaux de fer doux varie, et ces changements font vibrer fortement la lame de sapin; un pavillon de laiton, en forme de trompette, renforce le son émis. Chaque transmetteur était placé dans un circuit spécial, comprenant une batterie d'accumulateurs et cinq récepteurs; il y avait donc en tout vingt récepteurs pour les quatre parties.

FANTOME MAGNÉTIQUE. — On nomme *fantômes* ou *spectres magnétiques* les figures qu'on obtient en saupoudrant de fine limaille de fer une plaque de verre ou de carton placée dans un champ magnétique. Les parcelles de limaille s'aimantent par influence et se disposent en files suivant les lignes de forces.

On se sert de ce procédé pour étudier le champ produit par un aimant. Pour cela, on recouvre l'aimant d'une feuille de carton ou d'une lame de verre, qu'on saupoudre de limaille de fer à l'aide d'un tamis. Les grains de limaille s'aimantent par influence et se disposent suivant les lignes de force. La figure 347 montre les spectres obtenus dans les cas les plus importants, à l'aide soit d'un pôle unique, soit d'un ou de deux aimants.

On peut facilement conserver ces courbes, en couvrant d'avance la lame de verre soit d'un mastic transparent qu'on fond ensuite, pour y faire pénétrer la limaille, soit de gomme qu'on ramollit ensuite en l'exposant à la vapeur d'eau ou bien en projetant à sa surface de l'eau réduite en fine poussière par un vaporisateur.

FARAD. — Unité pratique de capacité du système électromagnétique C.G.S.; c'est la capacité qu'un coulomb peut charger au potentiel d'un volt. Le farad vaut 10^{-9} unités électromagnétiques et $3^2 \times 10^{20} \times 10^{-9} = 3^2 \times 10^{11}$ unités électrostatiques C.G.S. de capacité. Le farad étant extrêmement grand, on emploie le plus souvent son sous-multiple, le *microfarad*, qui en est la millionième partie. Voy. Unités.

FARADISATION. — Électrisation par les courants induits (Voy. ÉLECTROTHÉRAPIE, EXCITATEUR, MACHINE, etc.).

FEEDER. — On entend par *feeder* [...]lisation spéciale partant de l'usine d[...]tion et alimentant chaque centre de dis[...]

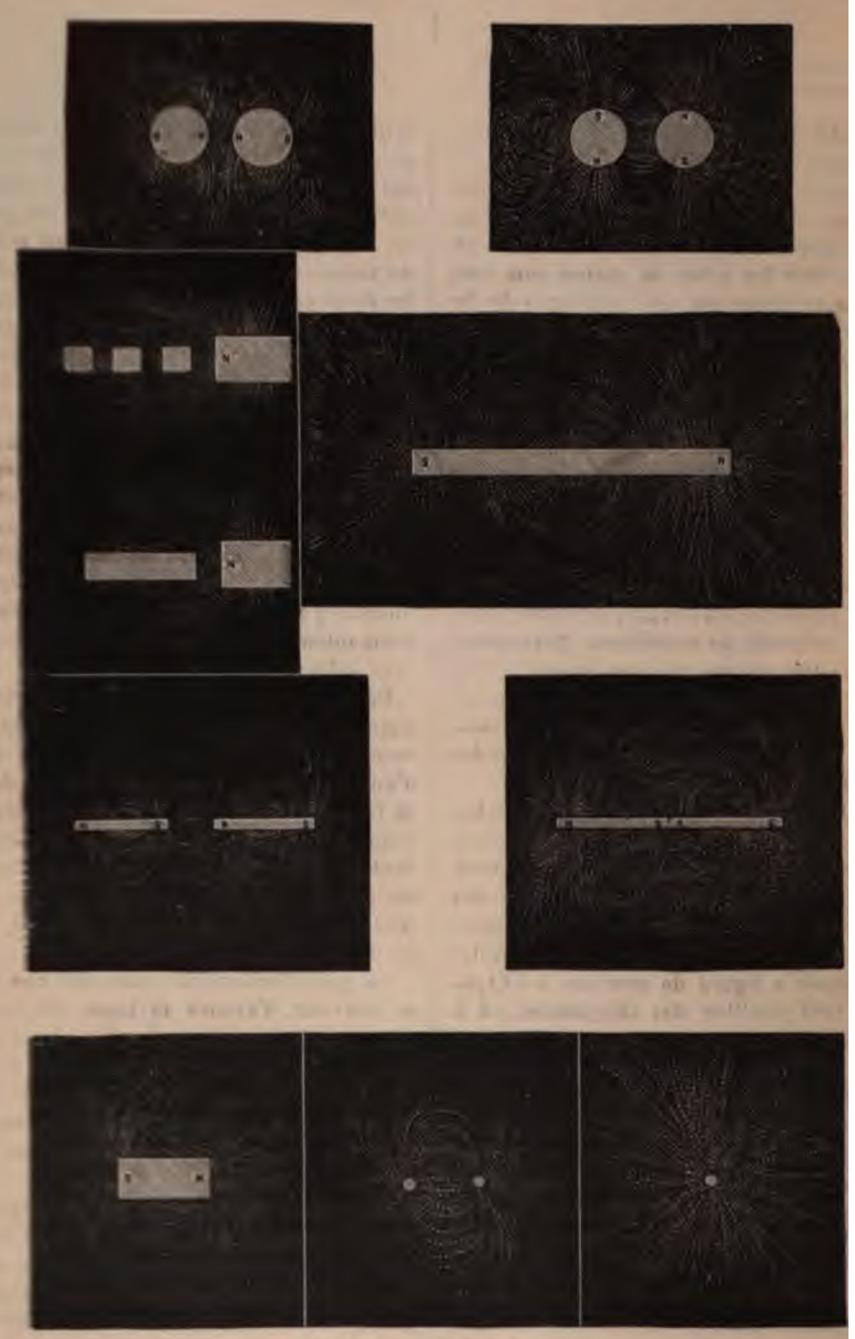


Fig. 347. — Lignes de force magnétique.

A l'aide de rhéostats, on fait varier la pression d'émission dans cette canalisation spéciale, de façon à obtenir une différence d[...] constante sur les divers points du ré[...]

A SOUDER ÉLECTRIQUE. — Instrument sé d'une sorte de coin en platine ayant près la forme d'un fer à souder. Il est par deux tiges de cuivre dissimulées dans nche de bois et qui sont reliées aux deux d'une source puissante. Quand on ferme rupteur placé sur une de ces tiges, le fer assez pour permettre de souder des mé- quelconques. Procédé imaginé par M. Boll, hiladelphie. Nous indiquons plus loin SOUDURE) d'autres méthodes.

R DOUX. — Fer pur et non écroui qui s'ai- et se désaimante instantanément.

FERMER (UN CIRCUIT). — Établir dans un circuit les communications métalliques nécessaires pour qu'un courant puisse le parcourir.

FERMETURE. — Action de fermer (un circuit).

FERRO-MAGNÉTIQUE (CORPS). — Corps attirable par l'aimant. Synonyme de magnétique et de paramagnétique.

FERRURE ÉLECTRIQUE. — Une des applications les plus curieuses de l'électricité est certainement son emploi pour ferrer les chevaux rétifs. Le capitaine de Place se sert pour cela d'une petite bobine de Ruhmkorff, dont on fait



Fig. 348. — Bridon électrique.

r le courant dans la bouche de l'animal, et t alimentée par une petite pile au bichro- de potasse dont on enfonce le zinc plus oins profondément, pour graduer l'inten- 'après l'effet produit : pour cela l'aide qui la pile observe la physionomie du cheval, qu'on le voit sur la figure 349. On relie les pôles du fil induit au mors brisé du bri- lacé dans la bouche du cheval. Ce mors 48) est aménagé de la façon suivante : les conducteurs, dénudés à leur extrémité sur ngueur d'environ 3 centimètres, sont pla- regard sur les deux brisures du filet à centimètres l'un de l'autre. Les canons t sont préalablement renfermés dans un le tube de caoutchouc, fendu dans sa lon- pour l'introduire et fixé sur les canons. e a pour objet d'isoler les extrémités des cteurs, qui portent chacune, sous une li- circulaire terminale de laiton, une petite éponge humide qui, faisant le tour du canon, assure un contact parfait de chaque rhéophore avec la bouche du cheval.

Cette méthode donne d'excellents résultats : elle est simple et facile à mettre en pratique ; la terreur que font naître chez les animaux les décharges électriques est si grande et leur souvenir si vivace qu'en une seule séance le cheval se trouve corrigé à tout jamais, sans qu'il puisse en résulter d'accident pour lui. Que la rébellion au ferrage provienne de la maladresse et de la brutalité des gens qui les mènent à la forge, de la frayeur ou de toute autre cause, les chevaux les plus difficiles sont bientôt vaincus par l'électricité, et la plus énergique volonté doublée du plus bel entêtement cèdent bien vite à quelques rapides inversions de courant.

Avec un cheval qui se défend parce qu'il est irritable par tempérament, nerveux, impressionnable, ce qui arrive aux chevaux de pur sang, il

faut donner la secousse très faible et graduelle avant de chercher à prendre le pied. Le cheval fait alors un bond violent et cherche à se renverser. Il faut suivre le bond pendant qu'un aide maintient le cheval au caveçon, et cesse ensuite l'action du courant. Il n'y a ensuite qu'à prendre le pied; le cheval ne se défend plus.

Avec certains chevaux gros et lourds, d'un



Fig. 349. — Ferrure électrique. Le cheval reçoit l'action du courant (d'après une photographie).

naturel brutal, il faut donner le courant en l'augmentant peu à peu et prendre le pied pendant que l'action se produit. Le plus souvent le passage du courant sur ces chevaux, dont les muqueuses sont moins sensibles, ne donne qu'une position légèrement stupéfiée et contractée de la tête, accompagnée d'un léger frémissement. C'est une jument de cette nature qui



Fig. 350. — Le cheval a cessé de recevoir le courant et se laisse ferrer (d'après une photographie).

est représentée par les dessins ci-joints, exécutés d'après des photographies représentant les expériences du capitaine de Place : cette jument ayant été amenée se défendit d'abord avec rage tant qu'on chercha à lui lever les pieds par la méthode ordinaire; mais à peine le courant eut-il agi pendant une quinzaine de secondes qu'on put lever les pieds, frapper les fers av

le brochoir, etc. La figure 349 montre le cheval soumis à l'action du courant : l'opérateur tient la bobine devant la tête de l'animal et un aide chargé de la pile gradue l'intensité. La figure 350 montre le même cheval qui, après avoir subi pendant quelques secondes l'action du courant, se laisse ferrer avec docilité, sans même être tenu par le bridon : il s'agissait dans ce cas d'un cheval qu'on ne pouvait ferrer auparavant qu'à la plate-longe en lui entravant les pieds, avec mille chances d'accidents pour les hommes et pour lui-même; il fut cependant guéri radicalement par une seule expérience. L'action de la bobine était très faible, peu douloureuse et cependant très désagréable dans la bouche et donnant des sensations de lueurs devant les yeux.

FEU SAINT-ELME OU SAINT-NICOLAS. — Aigrettes lumineuses qui apparaissent quelquefois en temps d'orage sur les objets terminés en pointe, tels que le sommet d'un clocher ou les mâts d'un navire.

FEUILLET MAGNÉTIQUE. — On donne ce nom au système formé d'une lame infiniment mince, ayant sur ses deux faces des couches uniformes et de même densité, l'une de magnétisme nord, l'autre de magnétisme sud.

On nomme *puissance* d'un feuillet le *produit de son épaisseur par la densité superficielle*.

On démontre que le potentiel d'un feuillet en un point extérieur est égal au produit de sa puissance par l'angle solide sous lequel on voit de ce point le contour terminal.

Les propriétés des feuillets magnétiques sont importantes, car on peut toujours assimiler un courant fermé à un feuillet (voy. Électrodynamique).

FIBRE VULCANISÉE. — Substance isolante formée de fibres végétales, moulues, traitées par des agents très puissants et comprimées à une pression énorme ; elle se présente sous la forme de plaques ou feuilles de 1,06 m. sur 1,70 m., dans toutes les épaisseurs à partir d'un 1/10 millimètre jusqu'à 32 millimètres ; les couleurs sont rouge, gris et noir.

Suivant l'emploi auquel elle est destinée, on la fait *dure* comme l'ébène ou le caoutchouc durci, ou *flexible* comme le cuir ou le caoutchouc souple ; il n'entre pas de caoutchouc dans sa composition.

La variété dure remplace l'ébonite comme isolant; la variété flexible est spécialement utilisée dans les applications hydrauliques à la place du caoutchouc ou du cuir, et notamment pour *clapets de pompe*, de *navigation*, de *mines*, de *condensation* et autres.

FICHE. — Bouchon métallique servant à faire communiquer les bandes de cuivre qu'on voit sur les boîtes de résistances et sur certains commutateurs (voy. ces mots).

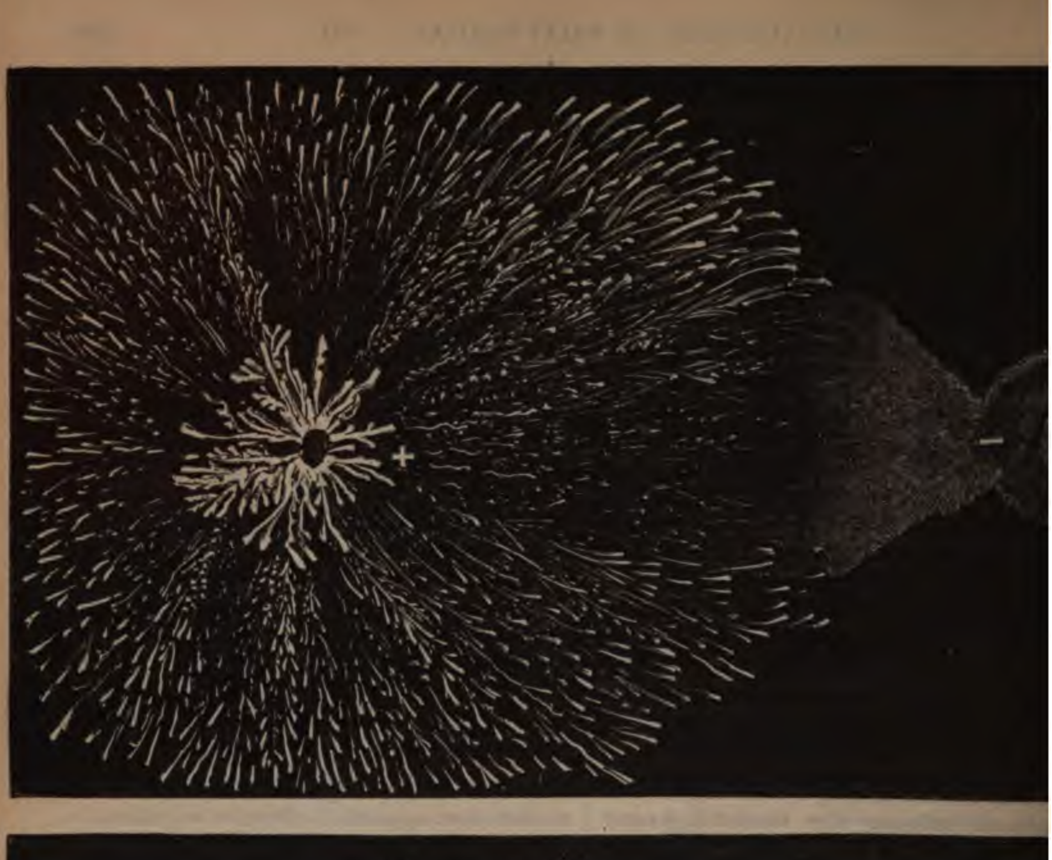
FIGURES DE LICHTENBERG. — Dessins obtenus en projetant à l'aide d'un petit soufflet un mélange de minium et de soufre en fleur sur un plateau de résine, dont la surface présente des parties électrisées positivement et négativement. En s'échappant du soufflet, le soufre et le minium s'électrisent : le soufre devient négatif et se porte sur les dessins positifs ; le minium se charge positivement et va sur les dessins négatifs. Le soufre s'étale généralement en arborescences jaunes finement découpées, tandis que le minium se dispose en traînées rouges, rectilignes, épaisses et présentant souvent l'aspect de gouttes.

Ces figures servent à montrer que les deux armatures d'une bouteille de Leyde ont des électricités contraires : on trace des dessins sur la résine avec les deux armatures, et on projette le mélange de soufre et de minium. La même expérience permet d'étudier les effets des décharges, la propagation de l'électricité à la surface des diélectriques, etc. La figure 351 montre deux apparences obtenues en plaçant à la surface de la résine les deux pôles de la machine rhéostatique de G. Planté. Dans le premier cas, la distance entre les pointes de l'excitateur était trop grande pour que l'étincelle pût éclater ; le minium ne s'étend pas jusqu'au pôle négatif, et le pôle positif est entouré d'une couronne de soufre continue à rayons divergents. Lorsque l'étincelle a éclaté, cette couronne est ouverte et le minium s'étend jusqu'au pôle positif lui-même ; c'est le cas du second dessin.

FIGURES MAGNÉTIQUES. — Apparences analogues aux fantômes magnétiques, obtenues en promenant le pôle d'un aimant à la surface d'une plaque d'acier, qu'on saupoudre ensuite de limaille de fer. La limaille s'attache aux points qui ont été touchés par l'aimant.

FIGURES RORIQUES. — On donne ce nom aux dessins produits à la surface du verre par le passage des étincelles, et qu'on peut faire apparaître en soufflant sur la surface de façon à la couvrir de buée.

FIL. — On nomme fils, par opposition aux câbles, les conducteurs de petit diamètre qui servent à la construction des dynamos et autres appareils, ou à l'établissement des lignes de faible débit, généralement aériennes (voy. Ligne et Canalisation). Le fil des lignes aériennes



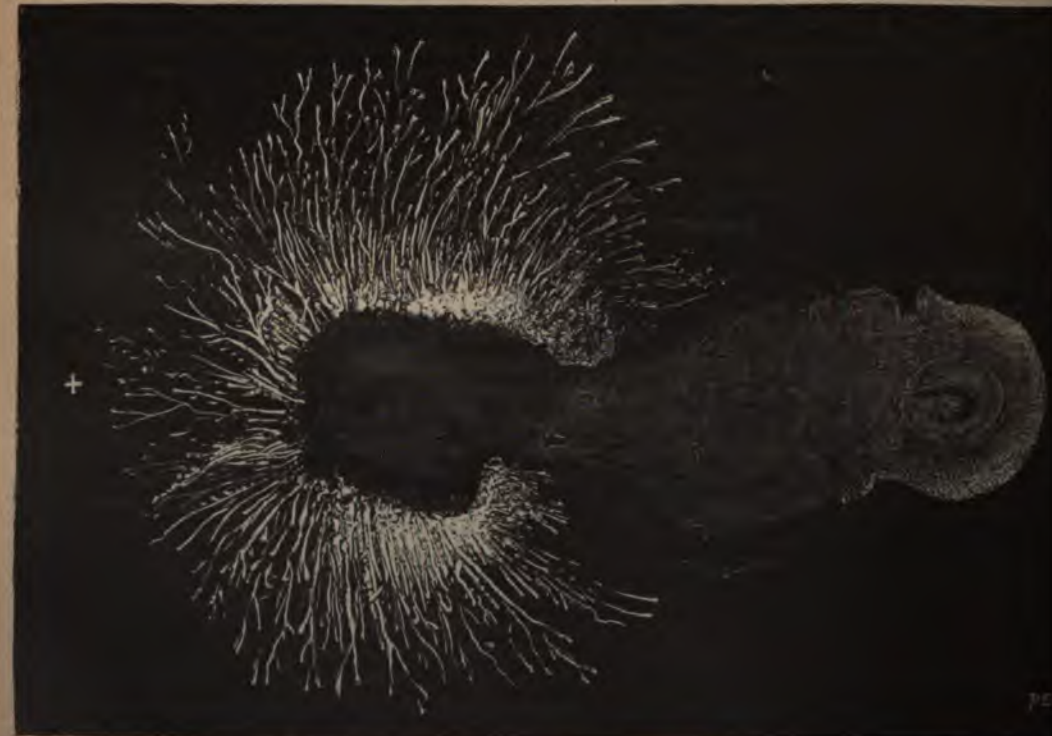


Fig. 351. — Figures de Lichtenberg produites par la machine rhéostatique.

généralement nu et supporté par des isolas en porcelaine disposés sur des poteaux de ou de fer. Il est en fer galvanisé, ou en phosphoreux, silicieux ou chromé, ou d'une âme d'acier entourée d'une couche ivre (*fil compound*).

s fils recouverts servent à la construction appareils, aux installations de lignes inres (appartements, postes télégraphiques éphoniques). Pour les lignes intérieures, mploie surtout le fil recouvert d'une enve- de gutta-percha et d'une couche de ; les fils de petit diamètre qui servent à nstruction des boussoles, appareils téléliques, etc., sont généralement couverts ment d'un guipage de soie; les gros fils nt à la construction des dynamos n'ont n simple guipage de coton. L'enduit de -percha est appliqué à chaud par une e hydraulique. Les guipages de coton et ie sont tissés à l'aide d'un métier analoaux métiers à passementerie. Suivant le d'isolement désiré, on peut appliquer essivement deux ou trois couches de fil ut, en alternant chaque fois le sens de oulement. Deux couches de soie ainsi osées forment, même sans gutta-percha, rès bon isolant. Le fil ainsi recouvert est ent passé ensuite dans un bain liquide de ne de Judée ou de gomme laque pour le erver de l'humidité (Voy. CABLE et CONDUC-

ur les boîtes de résistances, on emploie, au de cuivre, des fils de maillechort ou d'un e argent et platine, dont la résistance très peu avec la température.

lieu de désigner les fils par le diamètre uivre nu, on emploie dans le commerce rs procédés de numérotage (Voy. JAUGE).

l direct, semi-direct, omnibus. — Dans les raphes, on nomme fil direct celui qui relie ment des postes très éloignés les uns des s, fil semi-direct celui qui fait communi- des postes moins éloignés, et fil omnibus qui dessert à peu près tous les postes.

l fin. — Fil, ordinairement en fer, qui, dans ins modèles de paratonnerres (voy. ce mot), nterposé entre les appareils télégraphiques ligne. Si, pendant un orage, un courant nt parcourt la ligne, le fil est brûlé, et les reils, mis hors de circuit, ne risquent pas e détériorés.

l de retour. — Fil qui réunit l'une des bor- l'un appareil au pôle négatif de la source. is les expériences de Steinheil (1838), le fil de retour, dans les télégraphes, est supprimé et remplacé par la terre.

Fil de terre. — Fil qui fait communiquer avec la terre l'un des pôles d'une pile ou l'une des extrémités d'un circuit. Cette communication avec la terre doit être parfaitement établie. Dans les laboratoires, on se sert des conduites d'eau ou de gaz.

Dans l'industrie, il est bon de terminer ce fil par une large plaque métallique plongée dans un puits intarissable (et non dans une citerne). Nous reviendrons sur ces précautions en parlant des paratonnerres.

FIL DE SUSPENSION. — Dans les appareils très sensibles (galvanomètres, etc.), on suspend l'aiguille par un fil de soie non travaillé, tel qu'il sort du cocon. Ces fils de cocon ne présentent à la torsion qu'une résistance négligeable, de sorte qu'on peut les tordre de plusieurs circonférences sans qu'ils reviennent sur eux-mêmes. L'aiguille peut donc tourner librement sans que l'action du fil contribue à la ramener au zéro.

Si le fil doit au contraire développer une force antagoniste de torsion, qui tende à ramener l'aiguille au zéro lorsqu'elle s'en écarte (balance de Coulomb, électromètres, etc.), on se sert d'un fil fin d'argent ou mieux d'une suspension bifilaire (Voy. BIFILAIRE), formée de fil de cocon ou de fil d'argent. Les suspensions formées d'un seul fil d'argent ont l'inconvénient de changer sans cesse de structure moléculaire, de sorte que le zéro se déplace constamment. On peut employer aussi des fils de verre.

FILAMENT. — Brin de charbon long et fin qui, dans les lampes à incandescence, est porté à une haute température et devient lumineux.

FILET SOLÉNOIDAL. — On donne ce nom à une série d'éléments magnétiques, disposés en file, leurs axes formant une ligne continue de forme quelconque, et le pôle nord de chacun étant en contact avec le pôle sud du suivant. Les faces en contact ayant des masses égales et contraires, le système peut être considéré comme neutre dans toute son étendue, sauf sur les deux extrémités, qui ont des masses égales et contraires. L'action du filet ne dépend que de la grandeur et de la position de ces deux masses; elle est donc indépendante de sa forme et de sa longueur; elle est nulle si le filet se ferme sur lui-même.

La *puissance* P d'un filet est le produit de sa section par son intensité d'aimantation. Le po-

tentiel du filet en un point situé à des distances r et r' des deux extrémités est

$$P\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{r'}\right).$$

FILTRAGE. — Lorsqu'on filtre du mercure à travers une peau de chamois, le liquide s'électrise positivement, et le filtre négativement. Les effets sont d'autant plus énergiques que les pores de la peau sont plus fins.

FILTRE ÉLECTRIQUE. — Plusieurs teurs ont construit des filtres dans les détruit les germes malsains par l'oxyg dégage le courant d'une pile. L'eau trav vases dans lesquels plongent des électr charbon reliées à la source d'électricité

FLACON ÉLECTRIQUE. — Syn. de B de LEYDE.

FLAMBEAU ÉLECTRIQUE. — Pour d'*Ascanio*, représenté à l'Opéra de



Fig. 352. — Flambeau électrique du ballet d'Ascanio.

21 mars 1890, M. Trouvé a construit un flambeau électrique analogue à ses bijoux lumineux. Les directeurs de l'Opéra désiraient un flambeau léger, de dimensions restreintes, s'alimentant par lui-même pendant 12 à 15 minutes, de façon à supprimer les fils conducteurs, qu'il eût été difficile de dissimuler dans les vêtements de la danseuse représentant Phœbus.

La source employée est une lampe à incandescence (fig. 352), dont les rayons se t à travers des pierreries de diverses c et qui est alimentée par six petits ac teurs en plomb, du genre Planté, dispo le flambeau lui-même, trois à la part rieure, les trois autres à la partie in dans le fût. Chaque élément comp 70 grammes, soit en tout 420 gramm électrodes ont 5 centimètres de hau 7 de longueur, et sont enroulées en

leur distance est, dans chaque élément, de 1,5 mm.; chaque couple forme un cylindre de 7 centimètres de hauteur et de 2 centimètres de diamètre.

Le pôle positif est à la partie inférieure du flambeau, le pôle négatif à la partie supérieure. La lampe est reliée d'une façon permanente à ce dernier pôle, et au premier par un bouton commutateur, sur lequel on appuie pour produire l'incandescence.

M. Trouvé a construit en outre un autre flambeau alimenté par des piles au bichromate à renversement. En le tenant la tête en bas, les éléments sont hors du liquide; pour produire le courant, il faut d'abord le redresser, puis appuyer sur le bouton.

FLUIDE ÉLECTRIQUE. — On expliquait au siècle dernier les phénomènes électriques par l'existence d'un (théorie de Franklin) ou même de deux fluides particuliers (théorie de Symmer), le fluide positif et le fluide négatif. On tend à penser aujourd'hui que ces phénomènes sont dus à l'éther, fluide auquel on attribue également les vibrations calorifiques et lumineuses (Voy. ÉTHER, ÉLECTRICITÉ).

FLUIDE MAGNÉTIQUE. — On attribuait également les phénomènes magnétiques à deux fluides distincts, le fluide austral et le fluide boréal. Les relations nombreuses qui ont été découvertes entre le magnétisme et l'électricité permettent de rattacher l'un à l'autre, et de les attribuer à des manifestations diverses des propriétés de l'éther.

FLUORESCENCE ÉLECTRIQUE. — Fluorescence produite par la lumière de l'arc électrique ou des tubes de Geissler. Exposés à cette lumière, les sulfures alcalins, le verre d'urane, le sulfate de quinine, etc., deviennent lumineux dans l'obscurité.

FLUVIOGRAPHE ou **MARÉGRAPHE.** — Appareil enregistreur destiné à indiquer le niveau de l'eau dans un fleuve ou une rivière ou à inscrire les changements de hauteur dus aux marées. Les mêmes appareils peuvent servir aux deux usages. Dans les fluviographes, l'électricité ne sert souvent qu'à mettre en marche une sonnerie, lorsque le niveau tend à sortir de certaines limites tracées d'avance.

Dans le fluviographe de M. Cheysson, les niveaux sont inscrits sur un disque circulaire (fig. 353), qui tourne autour de son centre en vingt-quatre heures par l'action d'un mouvement d'horlogerie. Sur chaque disque sont imprimés 24 rayons équidistants, qui correspondent aux heures; des cercles concentriques

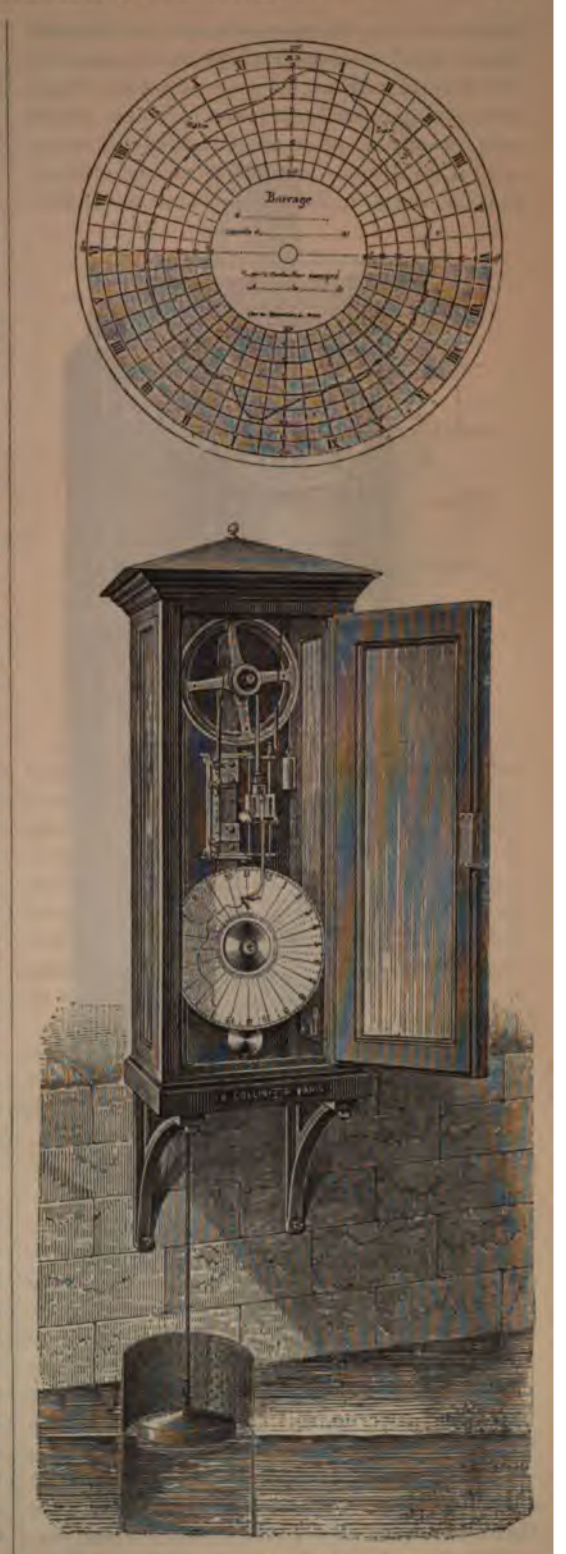


Fig. 353. — Fluviographe à cadran.

indiquent les hauteurs d'eau. Un flotteur, installé dans un puits vertical en communication avec la rivière, est suspendu à un fil qui passe sur une poulie et porte à l'autre extrémité un crayon, qui se déplace suivant le rayon vertical du disque, lorsque le niveau change. Deux contacts mobiles, se fixant à volonté,

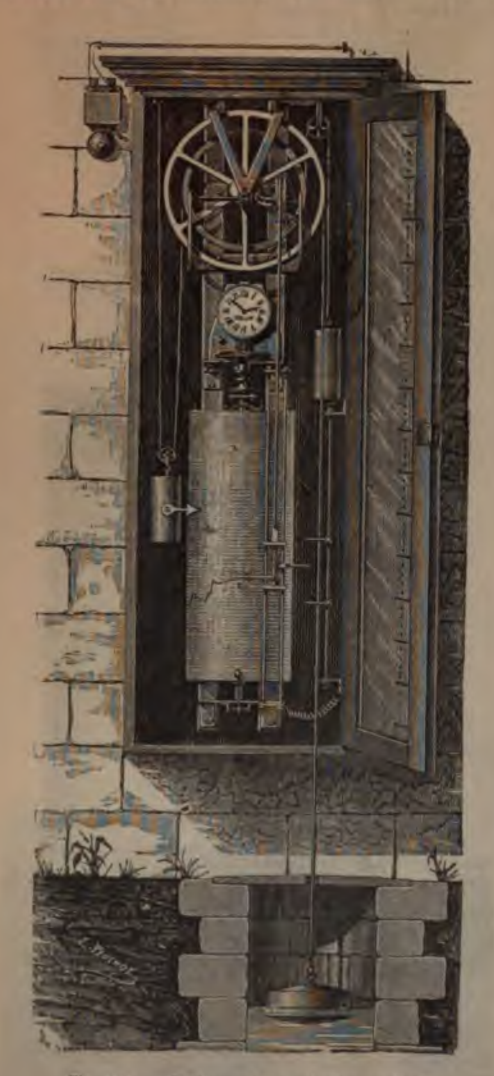


Fig. 354. — Fluviographe à cylindre vertical.

sont rencontrés par le chariot qui porte le crayon, lorsque le niveau de retenue est dépassé, soit en crue, soit en baisse. Ce contact ferme un circuit qui comprend une sonnerie.

La maison Collin construit encore un modèle qui diffère seulement du précédent en ce que l'inscription se fait sur un cylindre vertical recouvert d'une feuille de papier qui fait un tour sur lui-même en sept jours (fig. 354). Des ratrices équidistantes représentent les jo les heures, et des lignes horizontales c pondent aux hauteurs d'eau. Le crayon e core fixé à un fil qui passe sur une pou porte un flotteur à l'autre extrémité. De tacts mobiles servent encore à actionne sonnerie lorsque le niveau sort des li fixées. Cette sonnerie, qu'on a figurée a de l'appareil, est placée en réalité da chambre du surveillant.

Lorsque l'appareil sert de marégrapl cylindre fait un tour en vingt-quatre h Il s'applique à tous contrôles de niveau, registre avec précision tous les mouve d'eau, coups de mer, houle, passage d teaux, etc. Le crayon, qui a l'inconvénie s'user, peut être remplacé par une plume une fois chargée d'encre, peut foncti pendant un mois.

Les appareils précédents fonctionnen tamment à Suresnes, Bougival, Bezons, logne, Calais, Panama, Corinthe, la Réunior

Dans le fluviographe de MM. Lepaut cylindre a son axe horizontal. Le flotteu suspendu à un fil qui passe sur des pouli renvoi et porte à l'autre extrémité un cu se déplaçant parallèlement à l'axe du cyli et muni d'un électro-aimant dans lequ mouvement d'horlogerie lance un co toutes les 5 minutes.

L'électro agit alors sur une pointe qui fai piqûre dans le papier du cylindre. En joi les piqûres par une ligne continue, on courbe des niveaux. Deux contacts mo peuvent glisser sur une règle parallèle à qui porte le curseur; lorsque celui-ci les toucher, une sonnerie est mise en br ces contacts portent chacun un crayon qu dique sur le cylindre les limites qu'on a fi

Dans le fluviographe de M. Macquery, l'électricité qui enregistre les variations d veau. Le fil du flotteur s'enroule sur une dont la circonférence est creusée d'une rai hélicoïdale : le nombre de tours de la rai doit être tel que la longueur du fil suffise à les changements possibles de niveau. Une d roue isolante, montée sur le même axe q première, et munie de contacts métalli lance un courant dans un premier circuit que fois que le niveau a monté de 5 cent tres, et dans un second, chaque fois q descendu de la même quantité. L'apparei registreur est une sorte de récepteur M (Voy. Télégraphe), ayant deux électro-aim

ls aboutissent les deux circuits précé-
Ces deux électros ont leurs armatures
à deux leviers dont les extrémités peu-
puyer sur une même bande de papier.
molettes correspondantes sont garnies,
encre bleue, l'autre d'encre rouge. Lors-
niveau baisse de 5 centimètres, un cou-
verse le premier circuit ; un point bleu
me sur la bande ; une hausse de 5 cen-
s envoie le courant dans l'autre circuit
uit un point rouge. L'un des cylindres
raînent le papier est muni de pointes
ites les dix minutes, percent la bande.
nait ainsi les intervalles de temps qui sé-
les points bleus ou rouges, et il est fa-
construire la courbe des variations.
contacts, qui peuvent se fixer sur l'axe
nsmetteur, actionnent des sonneries
le niveau tend à sortir des limites dé-
ées d'avance. Le principal avantage de
areil consiste en ce que le récepteur peut
acé à une distance quelconque de la ri-
On peut aussi, en augmentant le nombre
ctro-aimants, construire un récepteur
nnera sur une même bande de papier
ications relatives à plusieurs postes.

X DE FORCE. — Si l'on considère un élé-
'une surface quelconque placée dans un
électrique, on nomme *flux de force* le
de la surface de cet élément par la com-
e normale de la force.
est l'élément considéré, F la force et α
qu'elle fait avec la normale à l'élément,
de force est

$$F.ds.\cos.\alpha.$$

ux total relatif à une surface quelcon-
la somme algébrique des flux relatifs à
s éléments.

rème de Gauss ou de Green. — *Le flux
force qui traverse une surface fermée
que, placée dans un champ électrique, est
la quantité d'électricité comprise dans cette
multipliée par* 4π.

X D'INDUCTION. — On donne ce nom
duit du flux de force par le pouvoir in-
r k du milieu ambiant. Si un tube de
asse d'un diélectrique dans un autre, le
nduction reste constant.

TAINE LUMINEUSE. — Appareil don-
n jet d'eau éclairé intérieurement par la
e électrique. Le principe des fontaines
uses est l'expérience suivante de Colla-
n réservoir plein d'eau (fig. 355) est
n R d'un orifice d'écoulement et en A
d'un orifice plus grand, fermé par une plaque de verre. Les rayons d'une lampe électrique, rendus parallèles par un jeu de lentilles, traversent le réservoir et viennent éclairer le



Fig. 355. — Fontaine lumineuse.

commencement de la veine liquide. La réflexion totale les empêche de sortir de l'eau et les force à suivre le jet parabolique, qui paraît illuminé sur une grande partie de sa longueur.

Des applications de ce principe ont été faites souvent pour le théâtre, et une fontaine lumineuse importante, construite par MM. Galloway and sons, de Glascow, obtint un grand succès aux Expositions de Londres, de Manchester et de Glascow en 1886, 1887 et 1888.

C'est ce qui donna l'idée d'installer une fontaine analogue à l'Exposition universelle de 1889. La fontaine Galloway ayant paru insuffisante, on imagina une disposition beaucoup plus importante, que nous allons décrire rapidement.

Un premier bassin contenait une fontaine monumentale représentant le navire de la ville de Paris ; des dauphins, des cornes d'abondance et des urnes y donnaient quatorze jets paraboliques ou horizontaux ; il y avait en outre deux jets verticaux. De ce bassin l'eau tombait, par une cascade de 40 mètres de largeur, dans une vasque inférieure communiquant avec un bassin rectangulaire de 40 mètres de longueur formant la seconde partie de la pièce d'eau. Cette partie renfermait quatorze gerbes, formées chacune de dix-sept jets verticaux. Enfin l'eau arrivait dans un troisième bassin, de forme octogonale, au centre

duquel était placée la fontaine Galloway, formée de seize gerbes verticales, disposées en deux cercles concentriques autour d'une immense gerbe à double jet.

L'éclairage comprenait dix-sept régulateurs de 60 ampères pour ce dernier bassin et 30 de 40 ampères pour la partie française, ce qui donnait une intensité totale de 35,000 carcels.

Il y avait donc un régulateur pour chaqu

L'éclairage des fontaines anglaises s'ob très simplement. Le tuyau qui amenait formait deux coudes, de sorte que l'a d'écoulement se trouvait placé au-dessus dalle de verre de 0,60 m. de côté, di elle-même un peu au-dessus de la surf l'eau du bassin. Au-dessous de cette dall

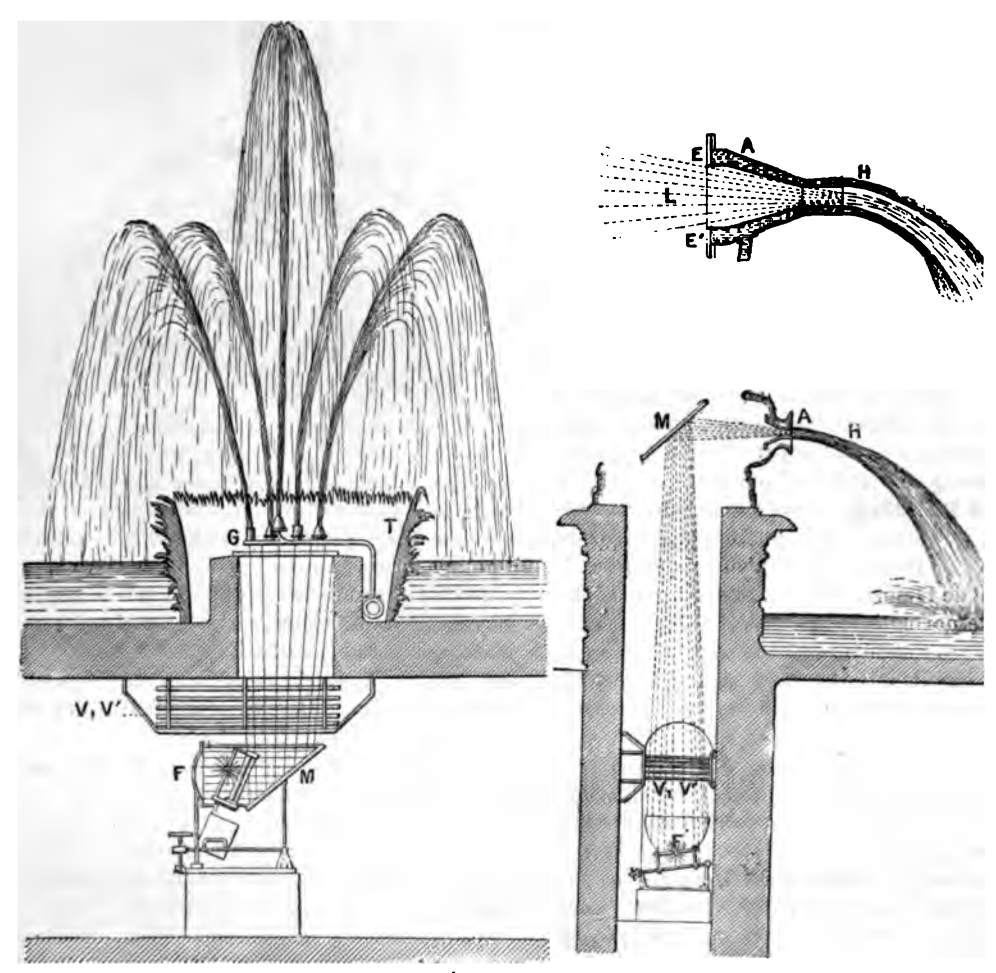


Fig. 356. — Éclairage des fontaines lumineuses.

placé un régulateur à charbons horizontaux, muni d'un réflecteur parabolique en étain, qui était percé d'un petit trou central, pour laisser tomber les cendres, et qui renvoyait les rayons, rendus parallèles, sur la dalle de verre. La pointe du charbon positif était au-dessous de celle du charbon négatif, de sorte qu'en se creusant il réfléchissait la lumière vers le haut. Le réglage des charbons se faisait à la main.

Dans la partie française, les jets verticaux étaient éclairés par un système un peu rent, installé par MM. Sautter, Lemonnier Le régulateur, à charbons verticaux (fig était à réglage automatique. Un réflecteur rique F renvoyait les rayons horizontaleme un miroir plan M, incliné à 45°, qui les r verticaux et les projetait sur la dalle de

Enfin l'éclairage des jets horizontaux réalisé par un système analogue à l'expé de Colladon ; mais, les jets étant beaucou

gros, on avait trouvé avantage à les rendre creux : l'eau s'échappait donc par des orifices annulaires elliptiques. L'éclairage était fourni par un régulateur placé horizontalement, comme dans le système Galloway. Un réflecteur parabolique renvoyait la lumière verticalement sur un miroir plan M, incliné à 45°, qui la dirigeait suivant l'axe de la veine creuse AH.

Les changements de couleur s'obtenaient très simplement, en interposant sous les dalles transparentes des lames de verre placées dans des châssis et commandées par des leviers analogues à ceux des aiguilles en usage sur les chemins de fer. Un chef d'équipe, placé dans un kiosque à 30 mètres de distance, surveillait l'effet général et commandait les changements de couleur électriquement à l'aide d'une série de boutons en communication avec des tableaux placés dans les chambres souterraines.

FORCE COERCITIVE. — On donne ce nom à la cause inconnue qui fait que l'acier, le nickel, le cobalt s'aimantent plus lentement que le fer doux, mais gardent ensuite l'aimantation qu'ils ont acquise.

FORCE CONTRE-ÉLECTROMOTRICE. — Force électromotrice qui se développe dans certains appareils traversés par un courant en sens contraire de celle de la source ; elle s'oppose à celle-ci et diminue ses effets. Ainsi l'arc voltaïque, les actions chimiques présentent toujours des forces contre-électromotrices.

La source employée pour actionner un appareil doit toujours avoir une force électromotrice supérieure à la force contre-électromotrice que peut développer cet appareil. Ainsi, quelle que soit l'intensité d'un courant, on ne pourra obtenir un arc électrique, si la différence de potentiel ne surpasse pas la force contre-électromotrice de l'arc. C'est ce qui explique pourquoi on ne peut décomposer l'eau avec un seul élément Daniell, la force contre-électromotrice étant 1,49 volt.

Lorsqu'on charge une batterie d'accumulateurs, si la force contre-électromotrice vient à dépasser la force de la dynamo, le courant change de sens et les accumulateurs se déchargent à travers la machine. Il en est de même quand on actionne un moteur ou une dynamo servant de réceptrice.

FORCE ÉLECTRIQUE. — On nomme *force électrique* ou *intensité du champ* en un point la résultante des actions qu'exerceraient toutes les masses agissantes sur une masse égale à 1 placée en ce point.

La force électrique est la dérivée, prise en signe contraire, du potentiel par rapport à la normale à la surface de niveau qui passe par le point considéré. Si le potentiel est constant dans une portion de l'espace, la force y est nulle. C'est ce qui a lieu dans l'intérieur d'un conducteur en équilibre.

Lignes de force. — On nomme ligne de force une ligne tangente en chaque point à la direction de la force. La force étant nulle dans les conducteurs, les lignes de force s'arrêtent normalement à leur surface. Ces lignes sont perpendiculaires aux surfaces équipotentielles (Voy. ÉQUIPOTENTIEL). Quand les lignes de force sont des droites parallèles, les surfaces équipotentielles sont des plans ; la force est constante en grandeur et en direction, et le champ est uniforme.

Tubes de force. — On appelle tube de force une sorte de canal, de très petite section, dont la surface latérale est formée par des lignes de force.

Théorème de Coulomb. — *En un point infiniment voisin de la surface d'un conducteur électrisé en équilibre, la force électrique est égale à la densité électrique au voisinage de ce point multipliée par* 4π.

La direction de la force est d'ailleurs normale à la surface.

FORCE ÉLECTROMOTRICE. — Lorsqu'on réunit par un fil métallique deux conducteurs à des potentiels différents, un courant traverse le fil, allant du conducteur qui a le potentiel le plus élevé à l'autre ; ce courant persiste aussi longtemps qu'une cause quelconque tend à rétablir entre les deux corps la différence de potentiel primitive. Cette différence de potentiel, qui produit le courant, est souvent appelée *force électromotrice*.

Dans une pile, la force électromotrice est égale à la différence de potentiel entre les deux pôles de la pile *ouverte*. Il n'en est plus de même lorsqu'on réunit les deux pôles par un fil ; la différence de potentiel aux pôles diminue, et d'autant plus que le circuit extérieur est moins résistant. On peut facilement s'en rendre compte par une construction graphique. Il en est de même pour les machines d'induction.

Dans le système électromagnétique C. G. S, l'unité de force électromotrice est la force qu'il faudrait maintenir entre les extrémités d'un circuit pour que l'unité de quantité d'électricité développât une unité de travail en passant dans le circuit. Cette unité est à peu près la cent-

millionième partie de la force d'un Daniell. On se sert généralement de l'unité pratique, le *volt*, qui vaut 10^8 unités absolues ; c'est la différence de potentiel qui donne un courant d'un ampère dans un circuit dont la résistance égale un ohm.

Force électromotrice de polarisation. — Voy. Polarisation.

Mesure des forces électromotrices. — Le procédé le plus simple consiste dans l'emploi des voltmètres (Voy. ce mot) qui donnent la force électromotrice en valeur absolue. Mais ces instruments conviennent surtout aux usages industriels.

Méthode de l'égale déviation. — La table de mesures de M. Desruelles, décrite plus loin (Voy. Pont de Wheatstone et Résistance), peut servir à mesurer rapidement la force électromotrice d'une pile. On prend un couple étalon Desruelles, dont la force électromotrice est, d'après l'auteur, exactement égale à 1 volt, et l'on achève le circuit avec un galvanomètre et un nombre de bobines convenable pour que la résistance totale soit exactement 1000 ohms. L'intensité est, en ampères :

$$I = \frac{1}{1000}.$$

On remplace la pile étalon par l'élément étudié dont la force électromotrice est $1 + \lambda$. Pour ramener la déviation à la même valeur, il faut ajouter une résistance égale à $1000\,\lambda$. Donc le nombre d'ohms introduit indique le nombre de millièmes qu'il faut ajouter à 1 pour avoir la force électromotrice cherchée. On opérera de même si cette force est plus petite que 1.

Méthode de M. Latimer-Clark. — La méthode suivante, due à M. Latimer-Clark, donne plus

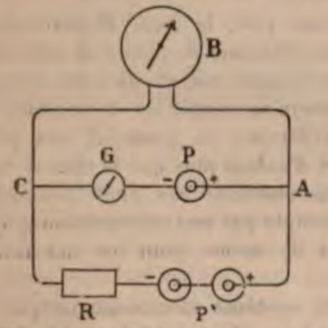


Fig. 357. — Méthode de M. Latimer-Clark.

de précision. La pile P, dont on cherche la force électromotrice, est reliée à une boussole des tangentes B et à un galvanomètre G (fig. 357). Une pile auxiliaire P' est placée de façon son courant traverse la boussole dans le m sens que le premier et le galvanomètre en contraire. A l'aide du rhéostat R, on fait va l'intensité de la seconde pile jusqu'à ce qu galvanomètre G soit au zéro, et l'on note tensité I donnée par la boussole B. L'inten est nulle dans toute la portion APGC. Si R la résistance de la boussole et E la force é tromotrice cherchée, on a, en appliquant circuit PABCG l'une des lois des courants rivés (Voy. ce mot).

$$E = IR.$$

Si I et R sont exprimées en unités absol E le sera également. Le fil qui contient la pi n'étant parcouru par aucun courant, cette ne s'use pas et ne risque pas de s'affaiblir seul inconvénient est la nécessité d'étalon exactement la boussole.

Méthodes d'opposition. — Une méthode sou employée consiste à opposer la pile consid à un étalon de force électromotrice con de sorte que leurs courants traversent en contraire un circuit contenant un galvanomè on amène cet instrument au zéro en modif la résistance d'une manière convenable.

On a donné à cette méthode différentes positions ; la plus commode est celle de I gendorff, modifiée par M. Bosscha. Soien et P' (fig. 358) la pile et l'étalon, montés

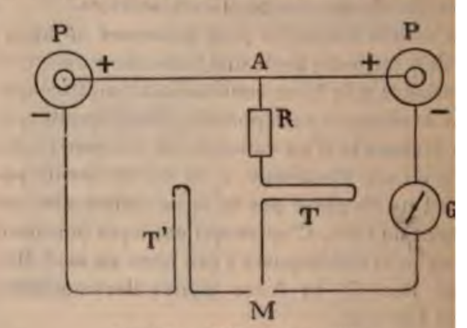


Fig. 358. — Méthode d'opposition.

opposition, G un galvanomètre. On place en une dérivation contenant un rhéostat R et rhéocorde de Pouillet T ; un autre rhéoco est en T'. Au point de croisement M est u clef de Morse, sur laquelle on appuie pour fa passer le courant et voir si le galvanomètre dévié. On règle le rhéostat R pour amener galvanomètre au zéro. Soient R et r les ré tances de AP'GM et de la dérivation AI E et E' les forces électromotrices des pile

et P'; on a, en appliquant les lois des courants dérivés aux circuits P'ARMP' et PARMGP.

$$E' = (R + r) I$$

et

$$E = Ir$$

car, pour ce dernier, l'intensité est nulle dans la portion MGPA. D'où

$$(1) \qquad \frac{E}{E'} = \frac{r}{R + r}.$$

Supposons maintenant qu'on ajoute en T et T, à l'aide des rhéocordes, des résistances a et b, telles que le galvanomètre soit encore au zéro; on aura de même

$$E' = (R + r + a + b) I'$$

et

$$E = (r + a) I'.$$

D'où

$$(2) \qquad \frac{E}{E'} = \frac{r + a}{R + r + a + b}.$$

En combinant avec l'équation (1), il vient

$$E = E' \frac{a}{a + b}.$$

Il suffit donc de lire, sur les rhéocordes, les résistances a et b. Remarquons que E doit être inférieure à la force E' de l'étalon ; on emploie, s'il le faut, plusieurs éléments de ce dernier montés en série.

L'étalon employé d'ordinaire est la pile Latimer Clark (Voy. PILE ÉTALON), dont la force est parfaitement constante et varie peu avec la température. Le galvanomètre G doit être très sensible ; on emploie ordinairement un galvanomètre Thomson à réflexion, non astatique, dont la règle divisée est placée en face de l'observateur.

Mesure par l'électromètre. — Dans toutes les méthodes de réduction au zéro, comme la précédente, on peut remplacer le galvanomètre par un électromètre sensible, par exemple l'électromètre capillaire. L'intensité étant nulle dans le fil qui contient l'instrument, il est clair qu'on ne change rien en coupant ce fil pour y introduire l'électromètre ; on amène le ménisque mercuriel à être tangent au fil horizontal du réticule.

L'électromètre capillaire peut même servir à déterminer directement les forces électromotrices. Si la force à déterminer est inférieure à $\frac{1}{60}$ Daniell, on attache le pôle négatif au fil α, le pôle positif au fil β, et l'on observe le déplacement du ménisque. S'il est de n divisions, la force électromotrice est $\frac{n}{1680}$ Daniell, car chaque division correspond à $\frac{1}{1680}$ Daniell.

Si la force à mesurer est comprise entre $\frac{1}{60}$ et 1 Daniell, on opère de même, mais on ramène le ménisque au zéro à l'aide de la manivelle V ; on lit au manomètre la valeur de la pression et l'on cherche dans la table la force électromotrice correspondante (Voy. ÉLECTROMÈTRE CAPILLAIRE).

Enfin si la force électromotriée est supérieure à 1 Daniell, il convient de lui opposer un ou plusieurs éléments étalons, de façon à n'avoir à mesurer qu'une force inférieure à $\frac{1}{2}$ Daniell. En effet, au-dessus de 0,9 Daniell, la sensibilité de l'électromètre va en décroissant.

Mesure à l'aide des condensateurs. — On peut encore mesurer la force électromotrice d'une pile en s'en servant pour charger un condensateur, puis répétant la même opération avec un couple étalon. La table de mesures décrite plus loin (Voy. MESURES) peut servir à cette détermination. On charge le condensateur avec la pile étudiée de force électromotrice E, puis on la décharge à travers le galvanomètre qui indique une déviation α. On opère de même avec la pile étalon de force E', qui donne une déviation α'

$$\frac{E}{E'} = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha'}{2}}$$

Si les angles sont très petits, on peut écrire

$$\frac{E}{E'} = \frac{\alpha}{\alpha'}.$$

La disposition est celle de la figure 186, et l'on agit comme pour la mesure des capacités; mais on attache successivement les deux piles à comparer aux bornes a et b du commutateur multiple. Si les déviations α et α' sont trop grandes, on peut les réduire en shuntant le galvanomètre.

Enfin nous décrivons plus loin d'autres appareils (Voy. POTENTIOMÈTRE), qui peuvent servir à mesurer les forces électromotrices.

habitation, l'une des vitres de la fenêtre d'une pièce située au premier étage fut percée d'un trou étoilé, et, au moment de l'apparition de l'éclair, on constata l'irruption brusque d'une grande masse d'eau qui parut provenir de la surface du sol, s'éleva sous forme de jet vers le plafond et inonda toute la pièce (fig. 359). Ce fait, observé par plusieurs témoins, paraît hors de doute.

« En 1884, Mme Aucher, qui habitait près de



Fig. 360. — Bélier hydro-électrique.

Blois le château de la Sistière, muni de cinq paratonnerres, qui subissent de fréquentes visites de la foudre, a vu de son perron, au moment où un orage éclatait, se produire un éclair accompagné d'un violent coup de tonnerre. La foudre parut tomber sur le paratonnerre de l'une des tourelles et, en même temps, Mme Aucher vit jaillir, à la surface d'un étang situé à une certaine distance, mais en communication avec les chaînes des paratonnerres, un jet d'eau très fin qui s'éleva à une assez grande hauteur. » (G. Planté, *loc. cit.*)

G. Planté a obtenu, au moyen de sa m rhéostatique, des effets mécaniques tout analogues. Ainsi, en faisant arriver le électrodes de la machine rhéostatique *d tité* dans l'eau salée, il vit se former un table jet d'eau continu (fig. 360), formé de lettes extrêmement fines, qui s'élevaient de 1 mètre de hauteur.

FOUR OU FOURNEAU ÉLECTRIQUE. — Électro-métallurgie (préparation de l' nium).

FRANKLINISATION. — Nom par leq désigne parfois, en médecine, l'électrisati l'électricité statique. (Voy. Électrothéra

Les machines employées à la franklini doivent posséder une certaine puissance. sert ordinairement de la machine Carr craint peu l'humidité; la machine Wins nous paraît supérieure à ce point de vue.

Les accessoires nécessaires sont un b bouret isolant et quelques excitateurs (V mot).

Il est bon de commencer l'application bain électrique, et de recourir ensuite à ploi des autres procédés, souffle, étincell lement après avoir essayé la sensibilité du

FRAPPEUR DE CADENCE. — Organe d nipulateur du télégraphe à transmission tiple de Baudot.

FREIN ÉLECTRIQUE. — Frein dont l nœuvre se fait, au moins en partie, par tricité. On peut diviser les freins électriq freins exclusivement électriques, et freins électriques. Les premiers n'utilisent d'or l'électricité que pour produire le décl ment de certains organes; on a essayé quelques modèles d'emprunter au cour moins une partie de l'énergie nécessair enrayer les roues; ces systèmes, que no crivons à la fin de cet article, ne sont p core entrés dans la pratique.

Nous empruntons la description des p paux systèmes à un rapport de MM. Sarti Weissenbruch au Congrès internation chemins de fer en 1889.

Freins électriques à embrayage. — M. a fait expérimenter, en 1869, un frein d quel l'attraction d'un électro-aimant n mouvement les chaînes destinées à prod serrage. Cet appareil, modifié plusieur par l'auteur, se compose aujourd'hui d'u tro-aimant cylindrique AA (fig. 361), p tourner autour de son axe et suspendu un pendule en face de l'essieu du véhicul surfaces polaires *mn* débordent la bo

extrémité, et, lorsque le courant passe, ıt s'appuyer comme des poulies de fric- ıtre une frette annulaire calée sur l'es- servant d'armature. Le milieu du noyau treuil à la chaîne B du frein. L'appareil mandé par une dynamo Gramme placée ocomotive et actionnée directement par eur Brotherood. Quand on lance le cou- rant, les pièces polaires *mn* viennent se coller sur l'essieu, qui les entraîne dans sa rotation; la chaîne B s'enroule et soulève le levier C, qui commande le frein.

La chaîne qui actionne le levier C passant sur deux poulies de renvoi indépendantes des bielles de suspension, celles-ci reviennent d'elles-mêmes dans leur position verticale et le frein

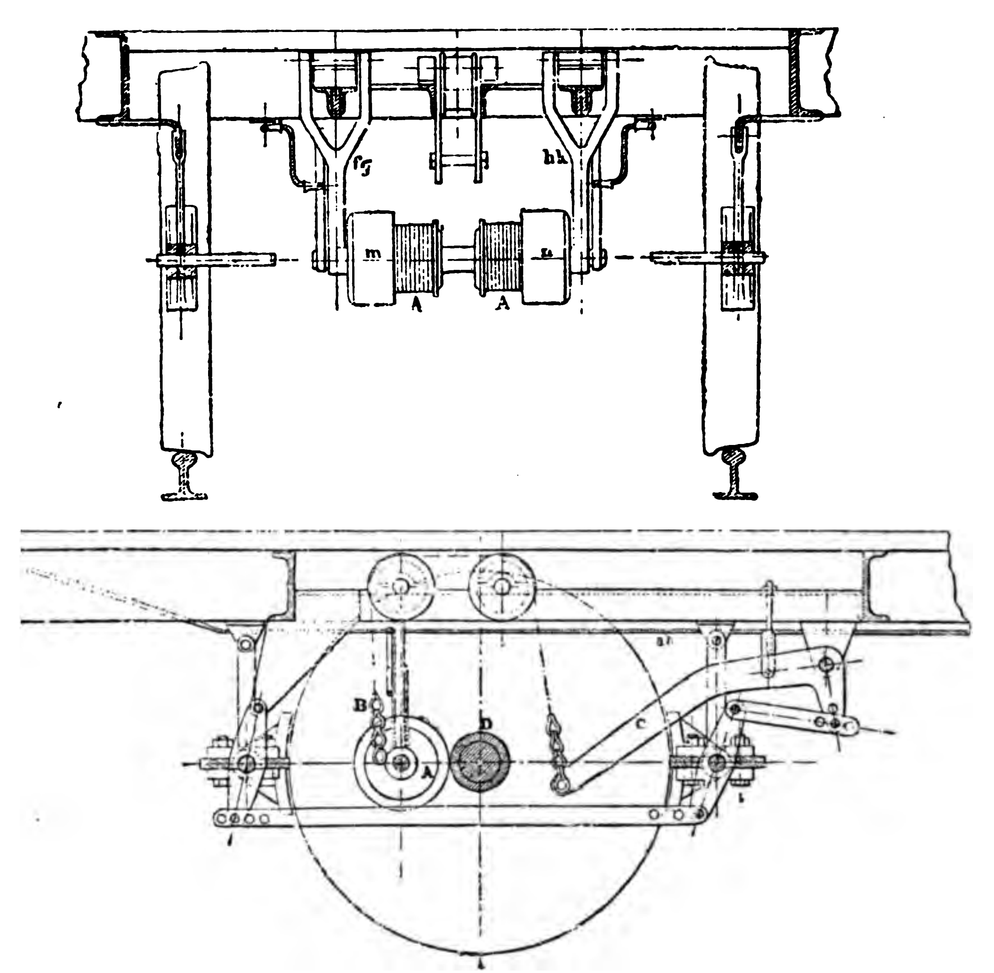


Fig. 361. — Frein Achard, dernier modèle.

erre, dès que le courant cesse de passer es pièces polaires cessent d'être aiman- on diminue seulement l'intensité du , en ouvrant plus ou moins le robinet e de vapeur du moteur Brotherood, on odérer le serrage, qui est presque pro- nel à l'attraction magnétique de l'électro-

ein Achard, essayé sur le réseau de l'État s, a été placé le premier sous le rapport de l'instantanéité de l'arrêt, de la rapidité du desserrage, et de la modérabilité. L'usure des frettes de friction serait seulement de 1,25 millimètre par an.

Pour avertir le mécanicien de tout dérangement dans la transmission électrique, M. Achard a imaginé un avertisseur qui fonctionne par l'interruption du courant parcourant un troisième fil et mettant en action soit une sonnerie spéciale, soit le sifflet du mécanicien. Le cou-

rant permanent du circuit des avertisseurs est emprunté à la dynamo, qu'on fait tourner constamment à quarante ou cinquante tours par minute.

Les autres freins électriques sont encore, pour ainsi dire, dans la période d'essai. Le frein Park est formé d'une bielle mise en mouvement par un excentrique monté sur l'essieu d'un véhicule, et dont l'extrémité peut, au moyen d'un cliquet, s'engager entre les dents d'un rochet, sur le pourtour d'un tambour en fonte placé sur le côté inférieur de la solive du milieu du véhicule, et qui sert de treuil aux chaînes du frein. Le courant agit sur le cliquet de la bielle et produit l'embrayage du tambour. Un second cliquet empêche le tambour de tourner en sens contraire quand le premier, mû par la bielle d'excentrique, retourne en arrière dans son mouvement alternatif. Quand le courant est interrompu, le premier cliquet cesse d'agir, mais le second maintient le frein serré. Pour le desserrer, on envoie un courant dans un second circuit, afin que le second cliquet cesse d'être en prise avec les dents du rochet.

Le frein Card et le frein Waldumer sont fondés sur le principe suivant. On lance un courant électrique qui, sous chaque véhicule, force deux tambours à embrayer l'un avec l'autre. L'un de ces tambours reçoit d'un des essieux, par une chaîne sans fin, un mouvement de rotation continu; l'autre porte la chaîne du frein. Quand l'embrayage se produit, ce dernier se met à tourner, et la chaîne s'enroule et applique le frein. Le frein Card est mû par deux accumulateurs placés en opposition, l'un en tête du train, l'autre en queue. Le frein Waldumer est excité par une dynamo en série à anneau Gramme, placée sur la machine et mise en marche par un moteur à trois cylindres, alimenté par la vapeur de la locomotive.

Le frein Widdifield et Bowman est encore un frein exclusivement électrique.

Freins aéro-électriques. — M. Westinghouse avait ajouté à son frein ordinaire trois valves électriques permettant à l'air comprimé de la conduite générale de s'échapper plus rapidement que lorsqu'il n'a d'autre issue que le robinet du mécanicien. Ce système, qui s'est montré supérieur à la disposition ordinaire pour l'arrêt des trains longs, a été abandonné par son auteur, qui est revenu aux procédés non électriques.

M. Eames a également modifié son frein ordinaire en appliquant à chaque véhicule un orifice qui s'ouvre électriquement, et par lequel l'air *rentre* dans la conduite générale pour produire le serrage, au lieu de rentrer uniquem[ent par] la valve de la machine.

Enfin, dans le frein Carpenter, chac[un des] distributeurs est actionné directement pa[r l'élec]tricité. Chaque distributeur se compose d[e deux] valves : l'une, manœuvrée à volonté par [l'élec]tricité ou par l'air de la conduite général[e, serre] les freins en admettant l'air comprimé [du ré]servoir auxiliaire au cylindre du frein; [l'autre,] manœuvrée uniquement par l'électricit[é, des]serre les freins. La valve de serrage n'e[ntre en] jeu d'elle-même que dans le cas d'un a[ccident] ou d'une rupture d'attelage. Le cour[ant est] fourni par un petit accumulateur Julien [placé] sur la machine. Le conducteur est à d[eux fils] isolés et le retour se fait par le métal de [la con]duite générale.

Déclenchement électro-automatique du fr[ein con]tinu à vide. — Nous signalerons enfin la [dispo]sition employée par la Compagnie du No[rd pour] déclencher automatiquement le frein co[ntinu à] vide, lorsqu'un train vient à franchir sa[ns s'ar]rêter, par inadvertance ou en temps de [brouil]lard ou pour toute autre cause, un disqu[e à] l'arrêt absolu.

Ce système a remplacé le sifflet élec[tro-au]tomoteur. L'appareil, qui figurait à l'Ex[position] de 1889, était installé à cette époque [sur ...] machines; 1000 disques environ étaient [munis] du contact fixe servant à actionner l'app[areil] qu'on nomme *crocodile*.

L'appareil de déclenchement, étu[dié par] MM. E. Delebecque, Lartigue et Bandéra[li, com]prend un électro-aimant Hughes, mai[ntenant] en contact une armature de fer, qu'un [...] ressort antagoniste tend à séparer de se[s pôles.] Si un courant de sens convenable dés[aimante] l'électro, l'armature, devenue libre, o[béit au] ressort. Cette armature est fixée à l'e[xtrémité] d'un levier repoussé en son milieu par [un res]sort antagoniste, et articulé à une tige d[ont l'ex]trémité sort de la boîte et accomplit, au [moment] du passage du courant, un parcours de [... centi]mètre avec une force de 4 kilogrammes [...]

L'appareil mécanique du déclenche[ment se] compose d'une fourchette portant un [plan in]cliné, qui soutient le levier de la valve [d'admission] de la vapeur dans l'éjecteur du frein à [vide. La] fourchette est maintenue par une tige [horizon]tale appuyée, à l'autre extrémité, co[ntre un] buttoir. Le mouvement vertical de la ti[ge de la] boîte de déclenchement entraîne la tige [horizon]tale au-delà de son buttoir et pe[rmet à la four]chette de déclencher le levi[er...]

es deux sorties du fil de l'électro-aimant t reliées, l'une à la terre par les pièces mé-iques de la machine, les roues et les rails, 'autre à une brosse métallique isolée, formée n faisceau de fils de bronze et placée sous la chine, dans l'axe de la voie, à quelques cen-iètres au-dessus du niveau des rails. Lorsque rain franchit un disque mis à l'arrêt, le crocodile communique avec le pôle positif d'une pile, dont l'autre pôle est au sol; la brosse, en frottant sur le crocodile, ferme le circuit, et le courant passe dans l'électro-aimant.

L'appareil de déclenchement permet aussi de mettre le frein sous la dépendance du chef de train. Dans ce but, on a prolongé jusqu'à la machine la communication électrique Prud-

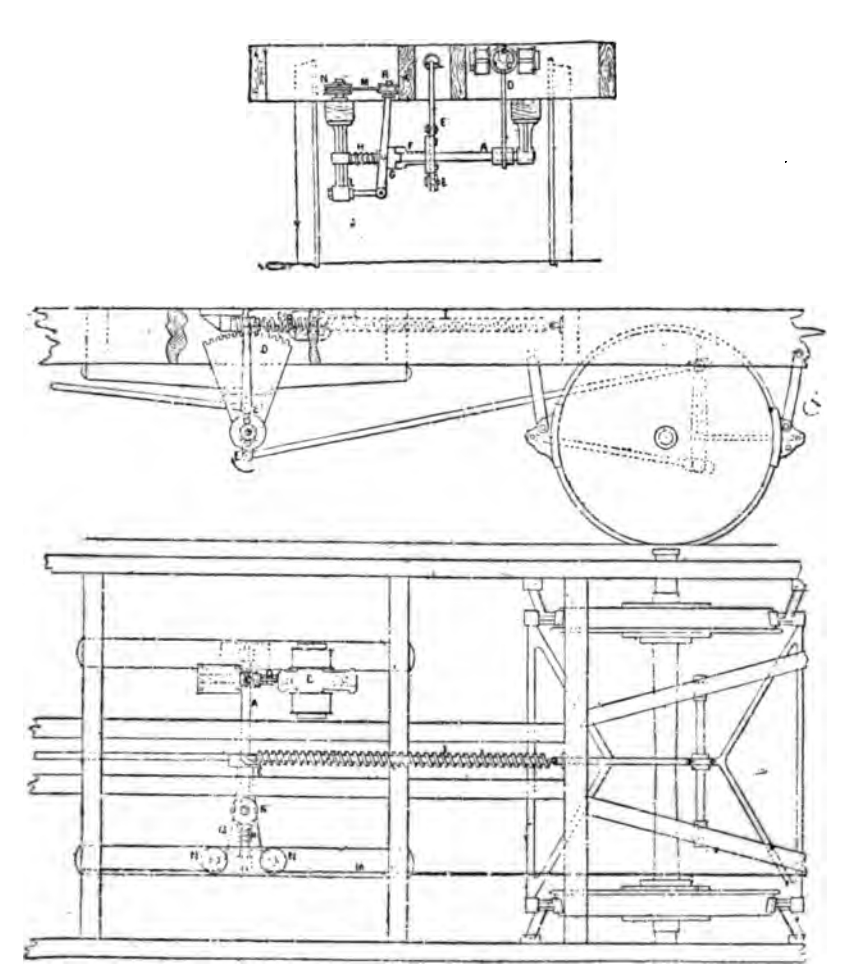


Fig. 362. — Frein Siemens et Boothy.

me existant sur le train (Voy. Intercommuni-on), et on a installé, dans chaque fourgon, un mutateur spécial permettant d'envoyer dans ctro-aimant de l'appareil de déclenchement rique un courant de sens convenable pris a pile des sonneries du train.

eins électriques à action directe. — Les reils précédents utilisent un courant de e intensité et de faible voltage, qui a seule-t pour but le déclenchement de certains organes. Quelques inventeurs ont cherché à appliquer aux freins le principe de la transmission électrique de l'énergie, en empruntant à un courant de haute tension tout ou partie de l'énergie nécessaire pour enrayer les roues. On a même tenté sans succès d'employer des électro-aimants dont les pôles adhéreraient aux bandages ou aux rails.

Le frein Sigmund von Sawiczeski, qui produit le freinage par l'action directe d'électro-

aimants sur les bandages des roues, ne donne qu'un serrage très insuffisant, comme il résulte des essais faits en 1884.

Le frein W. Siemens et Bootby a été essayé en Écosse et a donné, dit-on, de bons résultats. Sous chaque voiture est placée une dynamo réceptrice B (fig. 362) qui actionne par une vis sans fin C un secteur D calé sur l'arbre A des leviers EE' des freins. Ces leviers sont calés sur un manchon d'embrayage FF ou sur l'arbre tant qu'il n'est pas embrayé par la griffe G. Le levier E' est relié par son prolongement au ressort I qui tend à serrer les freins. Si la corde d'intercommunication M, qui règne sur toute la longueur du train, vient à se tendre, par exemple par une rupture d'attelage, elle agit par l'intermédiaire du mouflage NK'N sur le levier L, qui débraye le manchon F, et le ressort commence à serrer les freins. La dynamo achève le serrage automatiquement ou à volonté, dès qu'en serrant la corde on laisse l'embrayage G se refaire. Pour desserrer, on fait tourner les dynamos réceptrices en sens contraire, sans changer le sens de la génératrice, grâce à distribution convenable du courant.

M. Sartiaux, ingénieur du chemin de fer Nord, a proposé d'installer sur chaque wa une petite dynamo servant de serre-frein et tionnée par un moteur placé sur la locomot

M. Marcel Deprez a étudié deux systèmes freins, qui n'ont pas encore fait l'objet d'es industriels. L'un est basé sur l'emploi d'un s noïde commandant une bielle qui agit sur d sabots. L'autre est formé par de puissants é tro-aimants dont les pôles s'épanouissent en gard d'un fort disque de cuivre calé sur l' sieu du wagon. Quand on lance un cour dans l'électro, les courants de Foucault, prennent naissance dans le disque de cui tendent à arrêter le véhicule.

FRICTION ÉLECTRIQUE. — Franklinisat produite en promenant un corps électris petite distance de la peau, couverte de nelle.

FUSIL ÉLECTRIQUE. — Bazin songea le mier, il y a plus de vingt-cinq ans, à emplo



Fig. 363. — Fusil électrique Trouvé.

l'électricité à la déflagration de la poudre dans les armes à feu. La source d'électricité était une petite pile, qui ne pouvait fournir qu'un petit nombre de décharges, à cause de sa polarisation rapide.

M. Trouvé a imaginé aussi en 1867 un fusil dont la crosse contient deux couples hermétiques au sulfate mercurique (fig. 363). Le liquide ne baigne pas les éléments lorsque le fusil est vertical, mais seulement lorsqu'on met en joue. En pressant la détente, on relie ces piles à un fil fin de platine placé à l'avant de la cartouche et qui devient incandescent, provoquant ainsi l'inflammation de la poudr système donne un tir assez rapide.

Enfin M. Pieper a présenté à l'Expositi Vienne (1883) un fusil électrique aliment un petit acumulateur, qui se place da poche et peut rester chargé pendant q jours.

L'un des pôles est relié directement av mécanisme de fermeture du canon et d avec l'enveloppe métallique et une cloison lement métallique de la cartouche. L'a communique avec une baguette isolée pl dans la crosse (fig. 364) par l'intermédiaire

étallique qui recouvre l'épaule du tireur. tre extrémité de cette baguette touche une e tige pouvant, au moyen de la détente, se en communication avec une broche mé-, qui remplace l'amorce dans l'étui de la cartouche, traverse la poudre et vient aboutir assez près de la cloison métallique pour que l'étincelle jaillisse, la communication étant établie d'autre part. L'accumulateur peut fournir dix mille coups sans être rechargé.



Fig. 364. — Fusil électrique Pieper.

sil présente néanmoins quelques incon-s : le mode d'inflammation en avant de dre, qui n'est pas complètement brûlée a sortie du projectile, la complication anisme et la nécessité de recharger l'ac-teur. Il a l'avantage de ne pouvoir partir tellement, puisqu'il faut épauler pour u.

FUSION PAR L'ÉLECTRICITÉ. — La décharge d'une batterie peut fondre un fil de métal fin, mais la chaleur de l'arc voltaïque peut fondre des masses métalliques plus considérables. Davy l'a constaté le premier. On essaye aujourd'hui d'appliquer ce procédé à la métallurgie et à la soudure directe des métaux (Voy. ÉLECTROMÉTALLURGIE et SOUDURE).

G

ANATYPIE. — Mot qui signifie galva-e faite sans moule. Procédé imaginé par M. Juncker fils, et dont les détails sont en grande partie tenus secrets.



Fig. 365. — Galvanatypie.

bjets qu'on veut reproduire, statuettes, , fruits, branchages, insectes, etc., sont s de manière à produire l'effet désiré, puis on métallise leur surface, soit à la plombagine, soit, pour les objets plus délicats, par une solution de nitrate d'argent qu'on réduit

ensuite par l'action de la lumière ou de l'acide sulfhydrique. On recouvre alors d'un mince dépôt de cuivre galvanique toutes les parties qui doivent être vues, et l'on enlève ensuite avec précaution les objets ainsi recouverts, soit par fragments, soit plutôt en les brûlant, puis on coule à leur place, pour renforcer la pellicule de cuivre, un métal ou un alliage suf-

fisamment fusible. Il est évident que ties très minces, comme les feuilles, être disposées de façon à n'être vues côté, afin qu'on puisse les renforcer rière. On obtient ainsi des pièces rig nores comme le bronze, qui conserve les puretés et les finesses du modèle, aucune retouche, et peuvent se river e



Fig. 366. — Galvanatypie.

der facilement, ce qui permet de les employer à toute espèce de décoration. Les figures 365 et 366 montrent les beaux effets qu'on peut obtenir par ce procédé.

GALVANIQUE. — Qui a rapport au galvanisme ou à la galvanoplastie.

GALVANISATION. — Électrisation par les courants continus. (Voy. Électrothérapie.)

GALVANISER. — Electriser par les courants continus.

GALVANISME. — Syn. d'électricit mique.

GALVANO. — Abréviation par laq désigne les objets en cuivre obtenus p vanoplastie, notamment les reproduct vaniques des bois employés pour l'ill des livres. Voy. Electrotypie.

GALVANOCAUSTIQUE CHIMIQUE. nomme *galvanocaustique chimique*, *galv ture*, *électropuncture* ou *électrolyse* la c

tion produite par l'action chimique du courant. La dénomination d'électropuncture est moins juste que la première, car on ne fait pas toujours usage d'aiguilles dans cette opération. Pendant la galvanisation, les acides et les bases qui se déposent, les premiers au pôle positif, les secondes au pôle négatif, peuvent produire des eschares tout à fait semblables à celles que donnerait l'action directe des acides sulfurique ou azotique d'une part, de la potasse ou de la chaux d'autre part. L'action de l'électricité a de plus l'avantage d'être très rapide et de supprimer l'emploi de médicaments d'un dosage toujours difficile. Les eschares obtenues au pôle négatif sont molles et donnent une cicatrice généralement préférable ; celles du pôle positif

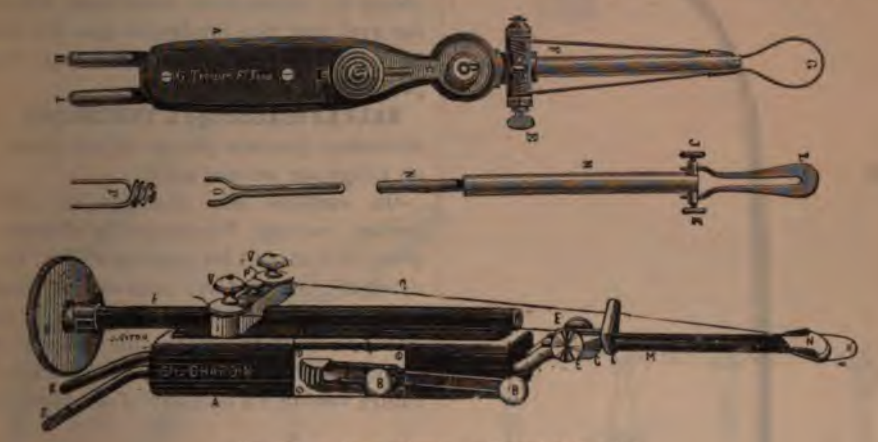


Fig. 367. — Anses galvaniques (Trouvé et Chardin).

sont sèches, dures et rétractiles. L'action des liquides dégagés à ce dernier pôle fait coaguler la fibrine et l'albumine : de là l'application de l'électropuncture au traitement des anévrysmes.

Toute pile peut servir à l'électropuncture. La résistance dans ce cas atteint rarement 500 ohms ; on peut donc obtenir un courant de 60 milliampères avec 18 éléments au bisulfate de mercure. Par conséquent les piles médicales disposées pour la galvanisation peuvent parfaitement servir pour l'électropuncture, sans qu'il y ait besoin d'ajouter de nouveaux éléments.

Cependant on fait usage quelquefois d'inten-



Fig. 368. — Petite anse galvanique (Chardin).

sités plus élevées, qui peuvent aller jusqu'à 300 milliampères : il faut alors 125 éléments au bisulfate de mercure.

Dans la galvanisation, on emploie ordinairement des électrodes construites de manière à éviter que l'action chimique se produise dans la peau ; ici, au contraire, il est préférable de recourir, au moins pour le pôle dont on veut utiliser l'action, à des électrodes métalliques nues, pour concentrer l'action électrolytique sur le point qu'on veut cautériser. Ces électrodes sont le plus souvent des aiguilles d'acier ou d'or ; pour les anévrysmes, elles doivent être enfoncées profondément, et par conséquent, il est bon de les vernir sur la plus grande partie de leur longueur, sauf à l'extrémité. Quant au pôle dont on ne veut pas utiliser l'action, il doit être constitué par une large

plaque métallique recouverte d'amadou et de peau humide pour éviter les effets de l'électrolyse, ou par une large couche de terre glaise humide. Nous indiquons au mot EXCITATEUR les différentes formes d'appareils usitées po l'électropuncture.

La galvanocaustique chimique présente nombreuses applications. Nous avons déjà ci le traitement des anévrysmes. Nous indiqu rons encore le procédé désigné par le Dr T pier sous le nom de *cautérisation tubulaire*, et q permet de pénétrer dans une cavité sans en ployer les instruments tranchants. Elle s'effe tue avec une tige implantée dans les tissus introduite par la canule d'un trocart dans le profondeur.

GALVANOCAUSTIQUE THERMIQUE. — Ca térisation produite par un fil de platine por au rouge par un courant.

On emploie des cautères de différent formes, suivant l'opération à effectuer et point où l'on doit les appliquer (Voy. GALVAN CAUTÈRE). Ces cautères sont ordinairement al mentés par une pile à grand débit, par exemp une pile au bichromate; un rhéostat perm de maintenir l'appareil exactement à la temp rature voulue. La nécessité d'employer une pi



Fig. 369. — Cautères divers.

est le plus grand inconvénient de cette méthode; encore est-il possible, dans les installations hospitalières, de remplacer la pile par une petite machine magnéto-électrique.

Le cautère électrique offre en revanche de nombreux avantages; il peut prendre les formes les plus variées et se réduire même à un simple fil plus ou moins long; il peut êtr introduit froid au point qu'on veut cautérise et porté ensuite à la température voulue san danger de brûler les parties voisines; on pe enfin arrêter son action instantanément et l retirer froid comme il est entré. Sa températur peut du reste être graduée à volonté en intr

sant dans le circuit une résistance convenable. Enfin l'emploi d'instruments chauffés au rouge supprime les hémorrhagies inévitables avec les intruments tranchants.

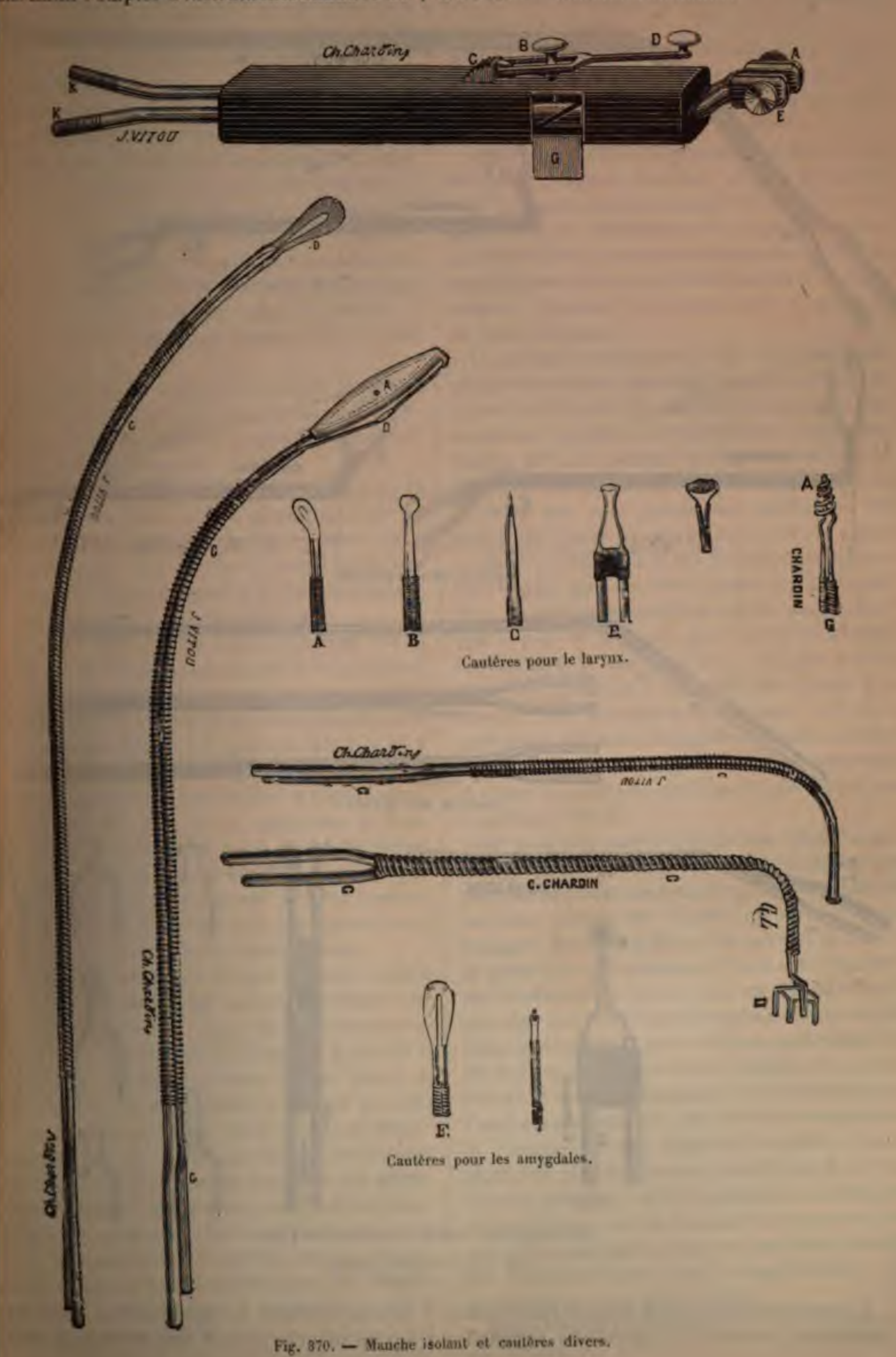
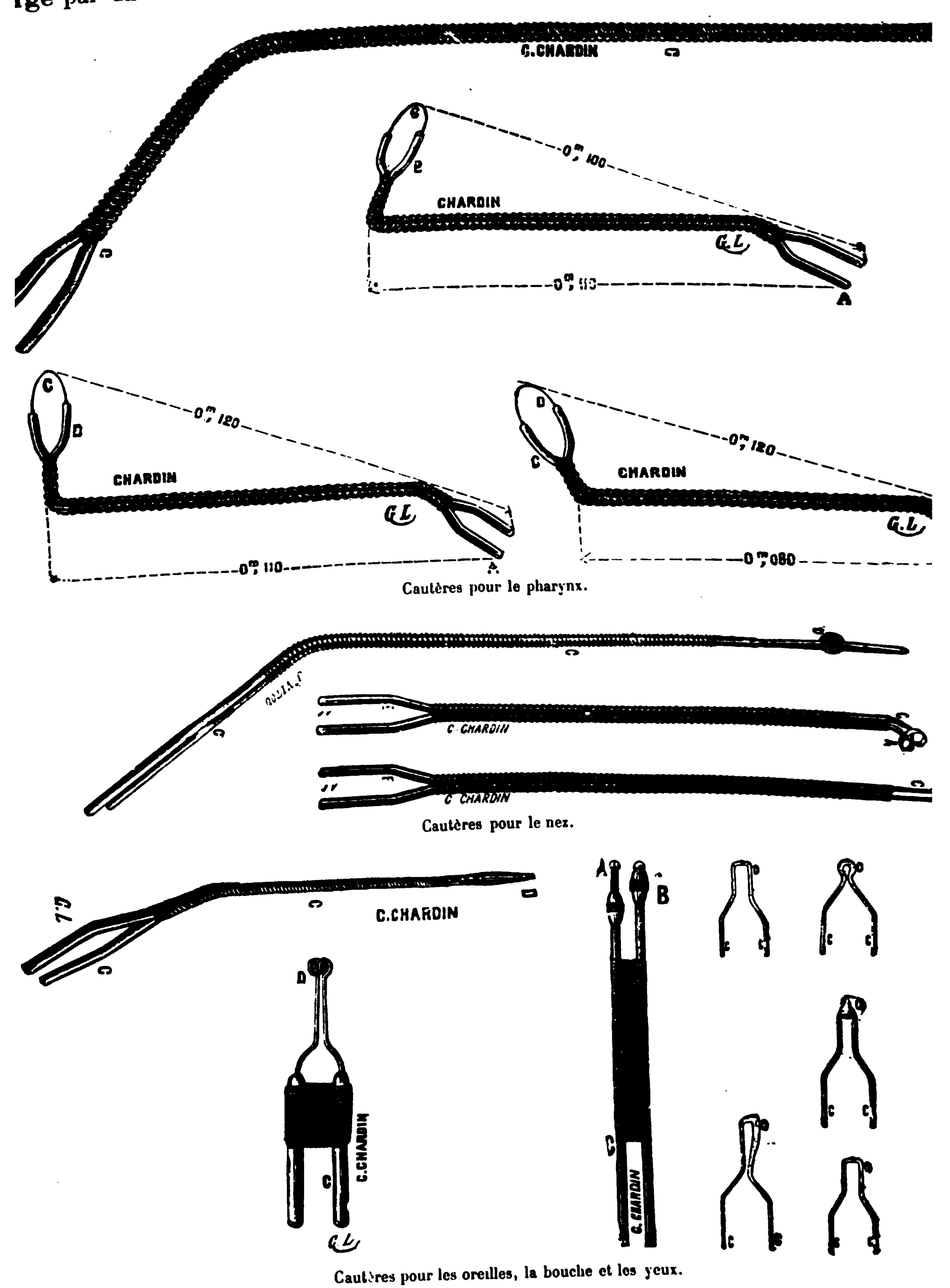


Fig. 370. — Manche isolant et cautères divers.

GALVANOCAUTÈRE. — Cautère porté au rouge par un courant électrique et servant à pratiquer la galvanocaustique thermique (voy. ce mot).



Cautères pour le pharynx.

Cautères pour le nez.

Cautères pour les oreilles, la bouche et les yeux.

Fig. 371. — Cautères divers.

Les cautères galvaniques prennent des formes différentes, suivant les opérations auxquelles ils sont destinés. Le plus souvent, ils sont, sur un manche isolant, aux extré

cuivre qui traversent le manche dans
la longueur et reçoivent les rhéophores à
bout : un interrupteur, placé sur le trajet
ces fils, permet de faire passer le cou-
moment voulu.
e galvanique (fig. 367) sert à l'ablation
lypes, tumeurs, etc., dont la base peut
tourée par un fil de platine. On serre
le fil jusqu'à entourer étroitement la
la tumeur, puis on appuie d'instant en
sur l'interrupteur pour faire rougir le
on diminue à chaque cautérisation le
de la boucle. Avec l'anse de M. Chardin,
ne le bouton D qui attire la pièce P, à
sont fixés les deux bouts du fil de pla-

celle de M. Trouvé, on enroule le fil au-
treuil E ; dans ce modèle, on peut rem-
e fil G par l'anse coupante L, l'aiguille O
utère ponctué P.
tite anse (fig. 368) peut remplacer la
nte dans les petites opérations : elle se
vre d'une façon analogue, mais avec
le main. On tire le fil avec l'index par
édiaire du chariot B et l'on fait passer
nt au moyen de la pédale F.
ure 369 montre divers cautères qui se
ur un même manche. Les deux premiers
à cautériser le larynx, l'arrière-bouche
l utérin. Le troisième est un cautère très
ouvant servir à l'épilation des cils et à
ion des tumeurs érectiles de petit vo-
e quatrième est destiné à l'application
intes de feu, et le cinquième à l'ou-
de petits abcès ou à la cautérisation
tés étroites et profondes (fistules par
e). Enfin le dernier est un petit couteau
à ouvrir les collections purulentes ou à
er la cautérisation transcurrente.
gure 370 représente un manche isolant
quel une petite ouverture, fermée par
het d'ivoire G, laisse voir l'interrupteur,
net au besoin de le nettoyer : la pédale D
nde cet interrupteur, et l'on peut, en
nt le verrou C, fermer le circuit pour un
quelconque, sans avoir besoin de main-
doigt sur la pédale. On voit au-dessous
nts cautères pour le larynx et les amyg-
Le figure 371 montre des cautères pour
ynx, la bouche, les oreilles, le nez et les
Notons enfin, et c'est là un des avanta-
la cautérisation galvanique, que chaque
ur peut fabriquer instantanément, à
l'un fil de platine, les cautères dont il a
s'il ne les trouve pas dans le commerce.

GALVANOCÉRAME. — Objets céramiques sur le fond desquels on dépose une couche de cuivre galvanique.

GALVANOGRAPHIE. — Procédé imaginé par M. Kobell, de Munich, pour transformer un dessin en une planche de gravure, en la recouvrant d'un dépôt de cuivre.

Le dessin est fait au pinceau sur une feuille de cuivre plaquée d'argent, à l'aide de colcothar mélangé avec une solution de cire et d'un peu de résine de Damara ou de gomme laque. La surface de l'argent représente les clairs. Les ombres très intenses sont renforcées avec de la couleur à l'huile, qu'on saupoudre de graphite en fine poussière.

La plaque est ensuite posée sur une autre plaque de cuivre dans un bain de sulfate de cuivre additionné de sulfate de soude, et l'on constitue une pile en plaçant par dessus une plaque de zinc laminé plongée dans l'eau légèrement acidulée. Ce liquide est séparé du premier par une feuille de parchemin. On réunit les lames de zinc et de cuivre ; le cuivre se dépose d'abord sur les parties conductrices de l'image, puis on voit apparaître sur la couleur de petites protubérances qui augmentent peu à peu et finissent par recouvrir l'image tout entière. Il faut de trois à huit jours pour achever l'opération : on nettoie le zinc et l'on change l'eau acidulée tous les jours. Les planches ainsi obtenues ne peuvent pas donner plus de 300 à 600 épreuves ; mais on peut augmenter le tirage à volonté en en faisant des copies par la galvanoplastie.

On peut également obtenir une planche galvanographique à l'aide d'une épreuve sur papier. On applique cette épreuve, encore fraîche, sur une plaque de cuivre qu'on a d'abord trempée dans l'eau forte. On soumet le tout à la presse, ce qui transporte l'encre de l'épreuve sur la plaque de cuivre, puis on plonge celle-ci pendant une demi-minute dans un bain de dorure galvanique. L'or se dépose seulement sur les parties non recouvertes d'encre. On enlève l'encre grasse par l'essence de térébenthine et l'on creuse les parties non dorées en employant la planche comme électrode soluble. On a alors une planche bonne pour la gravure. Les mêmes procédés ont été appliqués aux images daguerriennes, mais ils sont sans intérêt aujourd'hui, puisqu'il existe de meilleurs procédés d'héliogravure. (Voy. Julien Lefèvre, *La photographie et ses applications.*)

GALVANO-MAGNÉTIQUE. — Syn. d'ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.

GALVANO-MAGNÉTISME. — Syn. d'ÉLECTRO-MAGNÉTISME.

GALVANOMÈTRE. — Appareil servant à mesurer l'intensité des courants par leur action sur une aiguille aimantée. Le galvanomètre est fondé sur l'expérience d'Œrsted (Voy. ÉLECTROMAGNÉTISME). La déviation augmente avec l'intensité du courant, mais elle ne lui est pas proportionnelle ; l'expérience montre qu'elle est indépendante du degré d'aimantation de l'aiguille, ce qui prouve que l'action de la terre et celle du courant varient toutes deux proportionnellement à la masse magnétique du pôle considéré.

De plus, la disposition d'Œrsted ne pourrait servir que pour des courants très intenses ; on a donc dû chercher à augmenter la sensibilité.

Multiplicateur de Schweigger. — On place l'aiguille au centre d'un cadre rectangulaire, sur lequel on enroule un grand nombre de fois dans le même sens le fil bien isolé qui doit traverser le courant. Il est facile de voir que l'on augmente ainsi son action sur l'aiguille aimantée. Considérons en effet l'aiguille AB placée au centre du cadre, et l'un des tours du fil

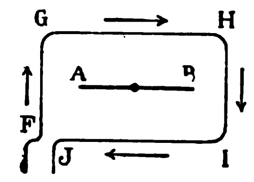


Fig. 372. — Multiplicateur de Schweigger.

FGHIJ (fig. 372) : le sens du courant étant indiqué par les flèches, il a, dans les quatre parties du rectangle, sa gauche en arrière du dessin, et par conséquent les actions de ces quatre portions de fil s'accordent pour dévier le pôle nord A en arrière de la figure. Il en est de même évidemment pour les autres tours du fil. Remarquons cependant qu'il n'y aurait pas avantage à augmenter indéfiniment le nombre des tours de fil, parce que les spires successives, s'éloignant de plus en plus de l'aiguille, exercent sur elles une action de plus en plus faible, et aussi parce qu'en augmentant la longueur du fil, et par suite la résistance de l'instrument, on diminue l'intensité du courant qui le traverse.

Influence de la forme de la bobine. — Dans les galvanomètres ordinaires, les intensités des courants ne sont proportionnelles ni aux déviations, ni même aux tangentes des déviations, comme dans la boussole des tangentes (Voy. ce mot). Les aiguilles des galvanomètres trop longues pour que la formule de ces soles soit applicable. On cherche donc ment à augmenter la sensibilité.

Il faut pour cela augmenter le plus po l'action du courant et diminuer l'action terre.

Pour augmenter l'action du courant, il toutes choses égales d'ailleurs, donner à bine la forme la plus favorable. Cette b est souvent rectangulaire, comme dans l vanomètre de Nobili ; dans d'autres instrui on a cherché une meilleure disposition.

La forme la plus avantageuse est donné la condition que l'action de l'unité de lon du fil, ou action spécifique, soit la mêı tous les points de la surface extérieure, ca n'en était pas ainsi, il y aurait avant transporter les parties dont l'action spéc serait plus faible en des points où ell viendrait plus grande.

On démontre que le contour le plus av geux est représenté en coordonnées po par

$$\rho^2 = a^2 \sin \theta,$$

ou, en le rapportant aux axes XX' et par

$$(x^2 + y^2)^3 = a^4 y^2.$$

La figure 373 montre la forme qui corres à cette équation. On supprime les parties

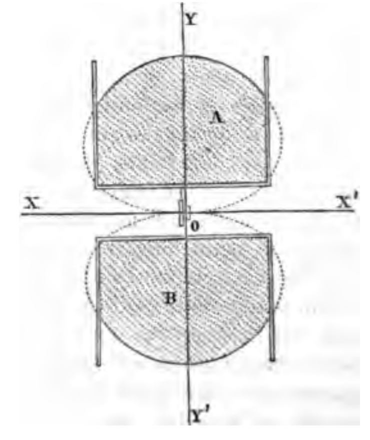


Fig. 373. — Forme de la bobine donnant le maximum

tuées pour placer l'aiguille aimantée, qı collée sur un petit miroir, comme da galvanomètre de Thomson, et placée en (pendiculairement au plan du dessin.

Pour utiliser le mieux possible les po les plus avantageuses, on forme souve

couches de fil très fin, puis on augogressivement le diamètre pour n'ane trop grande résistance.
ne est formée de fil recouvert de soie la matière colorante verte pouvant des substances magnétiques, et chaie, aussitôt après son enroulement, ée dans la paraffine fondue; la couche est recouverte de gomme laque r l'humidité.

compensateur ou correcteur. — Pour l'action de la terre, on peut faire n aimant compensateur ou d'un sysiguilles astatiques. Ces deux procédés tre employés ensemble ou séparéimant compensateur est fixé sur une cale placée au-dessus de l'instrument nt tourner sur elle-même; une vis de ermet de le fixer à une hauteur variaeut ainsi le mettre dans une position produise un champ à peu près égal s contraire au champ terrestre. L'aiplace suivant la résultante des deux et, s'ils sont presque égaux, il suffit ion très faible pour la faire dévier. On rdinairement à cet aimant la forme de cercle, pour permettre au besoin de s deux pôles suivant la direction même lle (Voy. GALVANOMÈTRE DE THOMSON).

es astatiques. — On augmente souvent la é en remplaçant l'aiguille AB par un *statique*, qui a le double avantage d'être

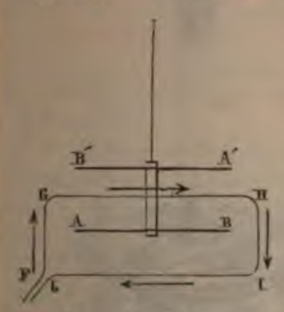


Fig. 374. — Aiguilles astatiques.

e à l'action de la terre et plus sensible u courant. Ce système est formé de uilles semblables, parallèles et égaleantées, mais ayant leurs pôles dirigés ontraire. Les actions de la terre sur aiguilles sont égales et opposées, de l'appareil est complètement soustrait fluence. D'un autre côté l'action du est augmentée. En effet les quatre parectangle FGHIJ tendent à envoyer le pôle nord A en arrière (fig. 374). On voit que la partie GH tend de même à envoyer en arrière le pôle sud B', placé au-dessus de A, car, pour cette partie, la droite de l'observateur est en arrière lorsqu'il regarde A'B'.

Cette action concorde donc avec les premières. Il n'en est pas de même des actions des trois côtés FG, HI et IJ sur l'aiguille A'B'; mais, comme ces parties sont beaucoup plus éloignées de cette aiguille que la première, c'est l'action de celle-ci qui l'emporte, et l'effet total est augmenté par la présence de l'aiguille A'B'.

Pour ces deux raisons la sensibilité du galvanomètre est augmentée. Il faut observer que les aiguilles ne sont jamais complètement astatiques; elles subissent toujours de la part de la terre une faible action, qui suffit pour les ramener à leur position d'équilibre lorsque le courant ne passe plus. Une astaticité parfaite serait d'ailleurs très nuisible, car le système serait dévié à 90° par tous les courants, quelle que soit leur intensité, et l'on ne pourrait faire aucune mesure. De plus, ce système ne reviendrait jamais au zéro.

Les aiguilles astatiques augmentent donc la sensibilité; elles ont cependant un grave inconvénient : le degré d'aimantation des deux aiguilles varie généralement d'une manière inégale et l'instrument ne reste pas comparable à lui-même.

On augmente encore davantage l'action du courant en plaçant chacune des deux aiguilles dans une bobine distincte, comme on peut le voir sur le galvanomètre de Thomson décrit plus loin. Si les deux bobines sont parcourues en sens contraires par le courant, les actions sur les deux aiguilles sont complètement concordantes.

Galvanomètre différentiel. — Pour comparer l'intensité de deux courants, on emploie quelquefois des galvanomètres formés de deux bobines parfaitement égales de fil de cuivre, dans lesquelles on fait passer les deux courants en sens opposés. On amène l'aiguille au zéro en introduisant dans l'un des circuits des résistances convenables. Les deux courants ont alors même intensité. Ces appareils peuvent servir également pour un seul courant : on le fait passer dans une seule bobine ou dans les deux réunies en tension.

Galvanomètre de Nobili. — Le galvanomètre de Nobili, employé par Melloni et Nobili dans l'étude de la chaleur rayonnante, convient surtout à la mesure des courants faibles; il est muni d'aiguilles astatiques. Le multiplicateur

(fig. 375) entoure seulement l'aiguille inférieure, dont on aperçoit l'un des pôles ; l'aiguille supérieure tourne sur un cadran de cuivre divisé, qui sert en outre à amortir les oscillations. Les aiguilles sont portées par un fil de cocon, qui n'oppose aucune résistance à la rotation. Après avoir réglé l'horizontalité du support au moyen des vis calantes, on fait tourner, à l'aide d'une vis sans fin, le plateau qui porte tout l'appareil, jusqu'à ce que le multiplicateur et par suite le zéro du cercle se trouvent à la position d'équilibre de l'aiguille, position qui n'est pas nécessairement dans le méridien ; on fixe alors l'appareil et l'on attache aux deux bornes les fils qui amènent le courant.

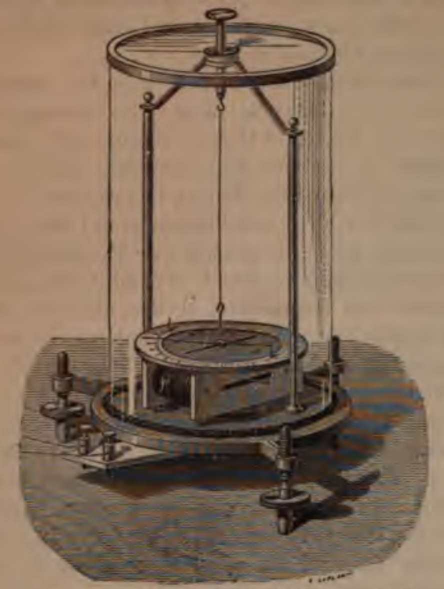


Fig. 375. — Galvanomètre de Nobili (Carpentier).

A cause de la longueur des aiguilles, les déviations ne sont proportionnelles aux intensités que jusqu'à 20° environ ; si l'on doit dépasser cette limite, il faut graduer l'instrument.

Le fil de suspension porte souvent, au-dessus de l'aiguille supérieure, un petit miroir servant à la lecture des déviations. (Voy. MÉTHODE DU MIROIR.)

Galvanomètre à projection. — On peut montrer à un grand nombre de personnes à la fois les déviations du galvanomètre en employant un modèle dont le cadran et le fond sont en verre (fig. 376) ; on le place sur un appareil pour la projection des corps horizontaux, et l'on voit les divisions se peindre sur l'écran. Le multiplicateur, qui est seul opaque, forme au centre une ombre rectangulaire, qui n'empêche en rien de suivre les mouvements de l'aiguille.

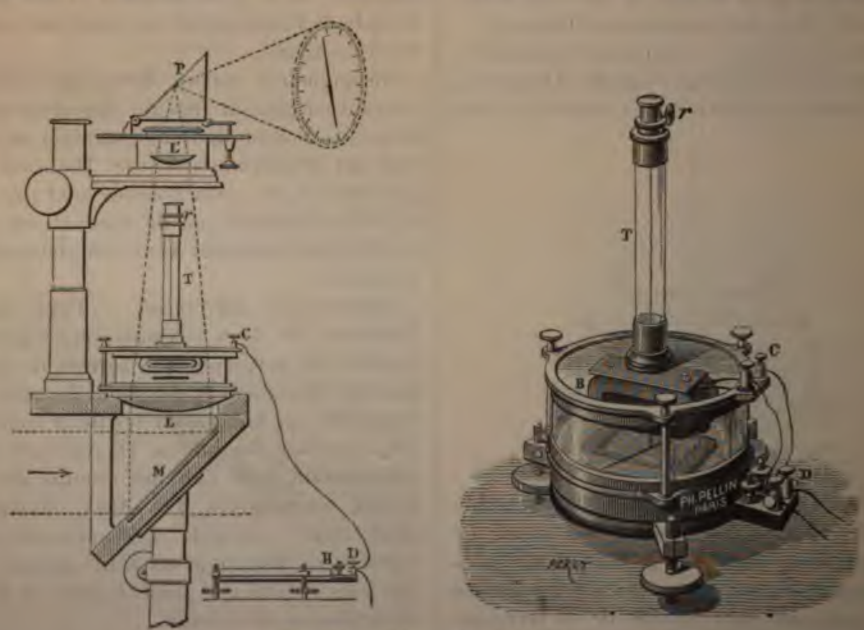
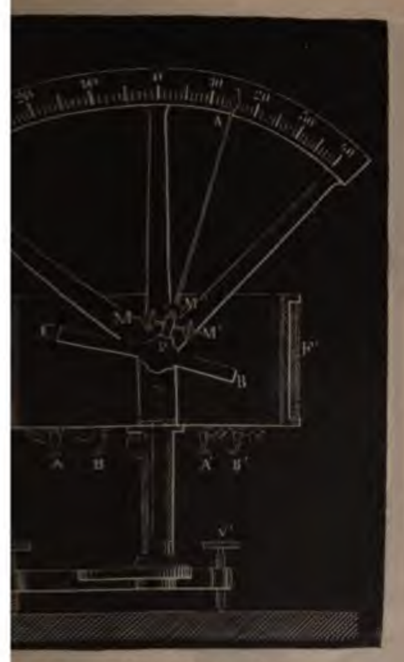


Fig. 376. — Galvanomètre à projection.

Galvanomètres verticaux. — On peut employer dans le même but des galvanomètres verticaux tels que celui de M. Bourbouze (fig. 377). L'ai-

n barreau aimanté mobile dans un
l et supporté par un couteau d'a-
anière des fléaux de balance.



ig. 377. — Galvanomètre Bourbouze.

au est au centre d'une bobine plate;
index en aluminium dont la pointe
evant un cadran divisé. Trois écrous
ermettent de rendre le barreau hori-
ır toutes les orientations de l'appa-
faire varier sa sensibilité. Cet instru-
e une double bobine pour servir de
ètre différentiel.

mètres à réflexion de Thomson. — Sir
son a imaginé des galvanomètres qui
êmement répandus aujourd'hui. Le
e plus simple n'est pas astatique
Sa bobine présente la forme indiquée
(fig. 374). L'aiguille est formée généra-
plusieurs petites lames d'acier, d'en-
nillimètres de longueur, collées der-
petit miroir qui sert à observer les
s (Voy. MÉTHODE DU MIROIR); ces aiguilles
donnent, à poids égal, un plus grand
magnétique, et l'aiguille revient plus
pos.

eil est muni d'un aimant correcteur
dans une cage de métal fermée par
es à faces parallèles.

èle le plus employé est astatique : les
èmes d'aiguilles sont placés dans deux
bobines distinctes et suspendus par un fil de cocon (fig. 379). L'un des systèmes d'aiguilles, celui du haut, est collé sur le petit miroir. Les deux bobines peuvent s'enlever facilement et se remplacer par d'autres, de résistance différente. L'appareil est muni aussi d'un aimant correcteur, porté par une tige verticale, que l'on fait



Fig. 378. — Galvanomètre Thomson.

tourner au moyen d'une vis tangente, placée sur le couvercle; il est renfermé dans une cage de verre ou de métal, à base carrée ou circulaire, munie de vis calantes. On adapte quelquefois à l'aiguille inférieure, qui ne porte pas le miroir, un disque de mica ou d'aluminium pour amortir les oscillations. L'instrument est alors suffisamment apériodique; d'où le nom de galvanomètre *dead-beat* (battements amortis), qui lui a été donné par sir W. Thomson.

On peut transformer cet appareil en galvanomètre différentiel en faisant passer les courants séparément et dans le même sens dans les deux bobines.

Galvanomètre apériodique Deprez et d'Arsonval. — Dans cet appareil l'aimant est fixe et c'est le cadre du multiplicateur qui est mobile. Entre les branches d'un aimant en fer à cheval (fig. 380) est fixé un cylindre de fer doux qui s'aimante par influence. Autour de ce cylindre peut tourner un cadre, suspendu par deux fils qui servent en outre à amener le courant. Ce cadre est formé d'une lame en cuivre rouge pour les instruments à faible résistance, et d'un certain nombre de tours de fil fin pour les autres. Le fil supérieur porte un miroir pour la lecture des déviations. Le cadre mobile est placé dans un champ très puissant et soustrait par suite à toute action magnétique. L'instrument peut être placé dans une cage de verre, ou renfermé dans une boîte de bois qu'on suspend au mur. Une lentille convergente sert à augmenter la netteté des images.

Ce galvanomètre peut être construit différentiel; il est sensible et complètement apériodique. Ces qualités le font employer de préférence pour toutes les mesures couran
laboratoires et des ateliers.

Galvanomètres industriels. — Pour les

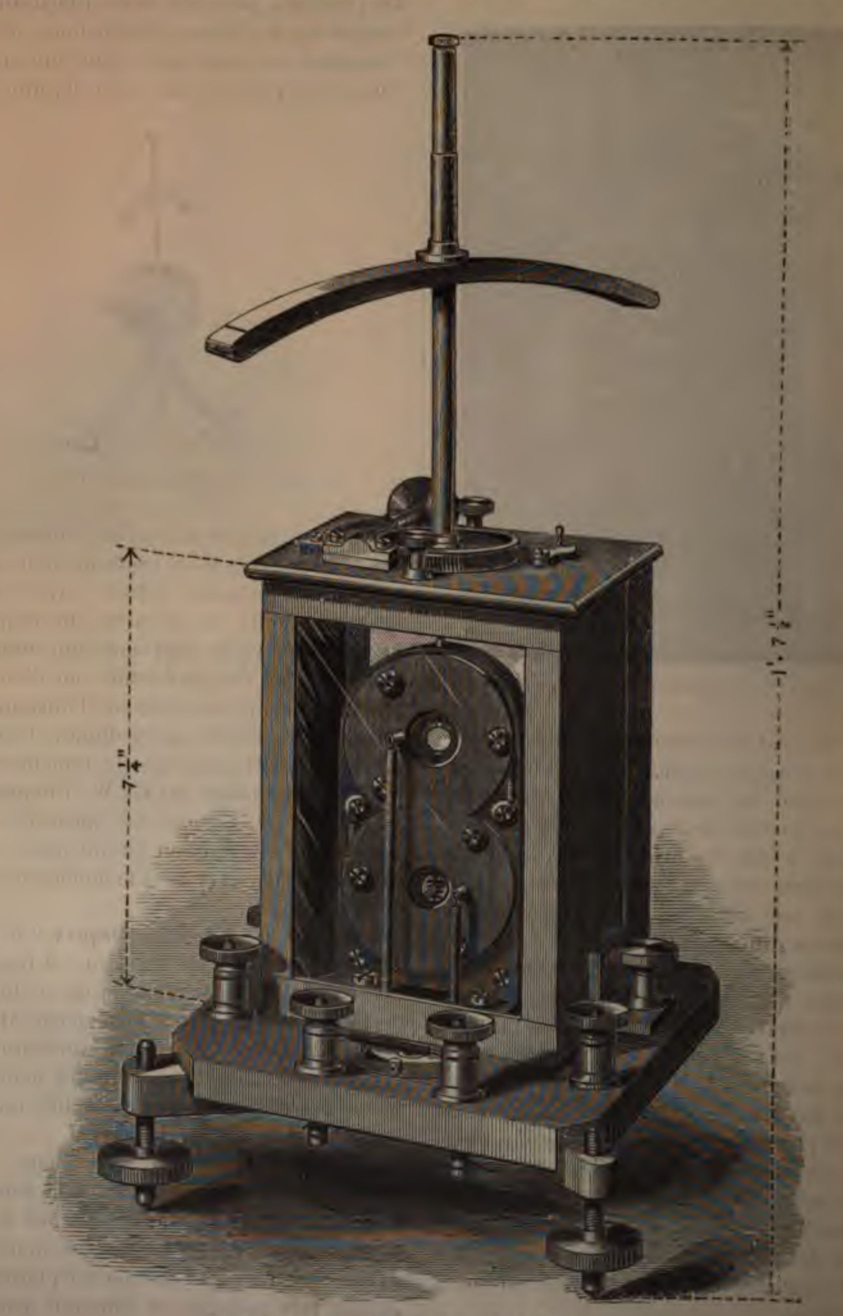


Fig. 379. — Galvanomètre astatique de sir W. Thomson.

industriels, on construit des galvanomètres moins sensibles, mais plus faciles à transporter. Le modèle représenté (fig. 381) possède deux bobines, l'une très résistante, l'autre à g
Pour substituer l'une à l'autre, il suffit d'e
la glace et le cadran, et d'introduire la b

la boîte, où les communications s'établis- automatiquement. Ses petites dimensions dent très facile à transporter.

galvanomètre de torsion de MM. Siemens ske (fig. 382) sert à la fois d'ampèremètre et de voltmètre. Il est formé de deux bobines entre lesquelles peut osciller un aimant, qui a la forme d'un long dé à coudre fendu longitudinalement. Cet aimant est suspendu à un fil de soie, fixé lui-même à l'une des extrémités d'un petit ressort à boudin. Le ressort peut être tordu au moyen du bouton moleté qu'on voit à la partie supérieure de l'appareil; ce bouton porte une aiguille qui se déplace au-dessous du cadran de verre divisé qui forme le couvercle de l'appareil; l'aimant porte un index qui tourne devant le même limbe divisé. Un amortisseur, composé de deux palettes de mica fixées sur l'axe de rotation de l'aimant, arrête rapidement les oscillations.

Pour se servir de l'instrument, on amène au zéro l'aiguille du ressort, puis l'on tourne toute

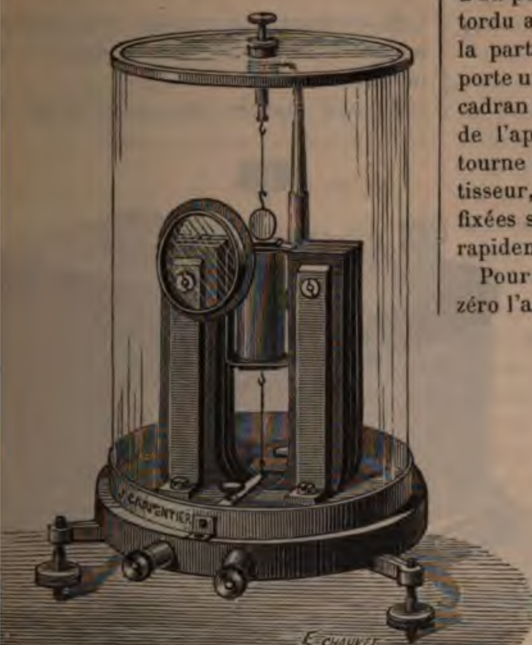


Fig. 380. — Galvanomètre apériodique Deprez et d'Arsonval.



Fig. 381. — Galvanomètre astatique.

jusqu'à ce que l'index de l'aimant s'ar- ssi au zéro. Si l'on fait passer un cou- 'aimant est dévié; on le ramène à sa re position en tordant le ressort. L'angle sion est, d'après les auteurs, propor- à l'intensité.

sistance de l'appareil étant exactement et chaque degré du ressort correspon- une intensité de 0,01 ampère, on voit différence de potentiel aux bornes est volt par degré de torsion. A l'appareil it une boîte contenant trois bobines de ces de 9,99 et 999 ohms, qui permettent ifier la sensibilité. On monte cette caisse *on* avec le galvanomètre; si l'on place la r la bobine de 9 ohms, la résistance to- l'appareil devient 10 ohms, et, pour une différence de potentiel aux bornes, la on est 10 fois plus faible. On peut donc la sensibilité 10, 100, 1000 fois plus faible.

nomètre marin. — A bord des navires, nent pour l'immersion des câbles télégra- , on se sert d'un galvanomètre (fig. 383) dont l'aiguille est supportée par un fil fixé en haut et en bas, comme le cadre de l'appareil Deprez. Un grand aimant permanent, fixé dans la cage, donne à l'aiguille une position d'équilibre sensiblement constante. On achève le réglage à l'aide de deux aimants mobiles, représentés à part, qui tournent vers l'aiguille leurs pôles opposés et sont munis de deux crémaillères qui engrènent avec les deux côtés d'une roue dentée. Quand les pôles contraires sont équidistants de l'aiguille, ils ne produisent aucun effet : en tournant dans un sens ou dans l'autre, on fait prédominer l'action de l'un d'eux. Ces aimants sont placés dans le tube qu'on voit sur la figure. La cage est en fer, pour garantir l'appareil des influences magnétiques extérieures; elle est percée d'une petite fenêtre pour observer l'aiguille.

Galvanomètre balistique. — Si l'on fait passer dans un galvanomètre un courant *instantané*, c'est-à-dire de très courte durée, l'aiguille n'a pas le temps de prendre une position d'équilibre fixe, et l'on est forcé de déduire l'intensité de la

première impulsion. On démontre que la quantité d'électricité qui traverse l'appareil est proportionnelle au sinus de la moitié de l'impulsi

$$\frac{q}{q'} = \frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\sin\frac{\alpha'}{2}}.$$

Si les courants à comparer ont sensiblem même durée, ce rapport est égal à celui intensités.

Mais on suppose dans cette formule la

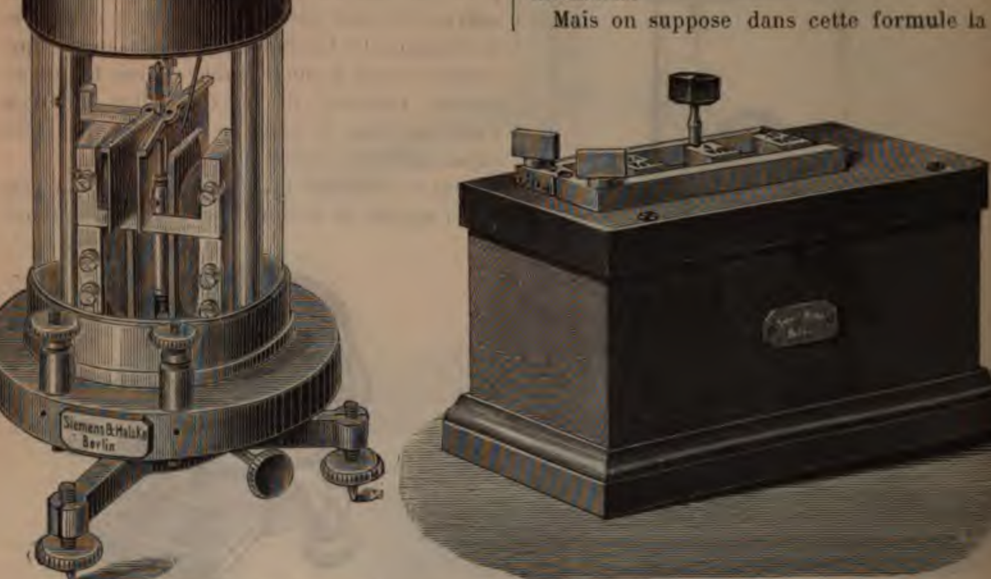


Fig. 382. — Galvanomètre de torsion (Siemens et Halske, Berlin).

sistance de l'air négligeable. On a donc cherché à construire des instruments dans lesquels cette résistance soit très petite. MM. Ayrton et



Fig. 383. — Galvanomètre marin.

Perry remplacent l'équipage astatique d'un galvanomètre Thomson par deux sphères aimantées, formées chacune d'une vingtaine de petites aiguilles, aimantées à saturation, disposées dans le même sens et entourées de plomb de cire de manière à constituer une ma sphérique ; les deux sphères sont réunies un fil rigide, leurs pôles tournés en sens i verse. Avec cette disposition la résistance l'air est très faible.

Galvanomètres étalonnés. — Certains galva mètres sont disposés pour donner des mesu absolues ; on nomme *ampèremètres* ceux q servent à la mesure des intensités et *voltmè* ceux qui donnent les forces électromotric (Voy. ces mots.)

Emploi du galvanomètre en dérivation. — galvanomètre sensible peut être employé à mesure de courants intenses, à condition de faire passer dans l'instrument qu'une fracti connue du courant. Il suffit de le placer dérivation avec une bobine de résistance co nue r; soit g celle de l'instrument. D'après l lois des courants dérivés, les intensités i et dans le galvanomètre et dans la bobine so en raison inverse de leurs résistances

$$ig = i'r.$$

lus, si I est l'intensité totale,

$$I = i + i'.$$

ire de là

$$i = \frac{r}{r+g} I.$$

eut donc, en diminuant r, faire décroître ité l'intensité de la portion du courant verse l'appareil.

e sert généralement pour cela d'un *shunt* e mot), contenant trois bobines dont les nces sont $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$ et $\frac{1}{999}$ de celle du galva- re, ce qui permet de faire passer dans cet nent $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{1000}$ du courant total.

r d'un galvanomètre. — L'emploi du gal- ètre donne lieu à quelques remarques antes. Si l'appareil présente une résis- otable et qu'on l'introduise dans le cir- ulement pour mesurer l'intensité, sa pré- hangera la valeur du résultat. En effet, sité cherchée est

$$I = \frac{E}{R},$$

elant E la force électromotrice totale résistance de tout le reste du circuit; or ment donne

$$I' = \frac{E}{R+g}.$$

n veut avoir I exactement, on peut faire uvelle lecture en introduisant une autre ice r, ce qui donne

$$I'' = \frac{E}{R+r+g}.$$

liminant E et R, on obtient

$$I = \frac{I'I''r}{I''(r+g) - I'g}.$$

eu d'ajouter une résistance r, on pour- unter le galvanomètre à l'aide d'une dé- n de résistance r. L'équation (3) serait emplacée par

$$i = \frac{Er}{R(r+g) + rg}.$$

$$I = \frac{iI'g}{(I'-i)r}.$$

porte aussi de choisir dans chaque cas vanomètre qui donnera la plus grande sensibilité. On démontre qu'il y a avantage à employer un galvanomètre dont la résistance soit, autant que possible, égale à celle du circuit extérieur. On prendra donc un galvanomètre à gros fil pour les circuits peu résistants, et à fil fin pour les circuits très résistants.

GALVANOMÉTRIQUE. — Qui se rapporte au galvanomètre.

GALVANOPLASTIE. — On donne quelquefois ce nom à l'ensemble des arts qui ont pour but de produire des dépôts métalliques par l'électrolyse.

Il est préférable de diviser la galvanoplastie en deux parties : l'*électro-chimie*, qui est la formation à la surface d'un objet métallique d'un dépôt adhérent d'un autre métal, destiné à lui donner un aspect plus agréable à l'œil ou à le rendre inaltérable, et la *galvanoplastie proprement dite*, qui a pour but la reproduction des objets d'art par le dépôt dans un moule d'une couche de cuivre non adhérente.

Nous indiquons à l'article ÉLECTRO-CHIMIE les notions générales relatives à cette opération, et aux mots ACIÉRAGE, ARGENTURE, DORURE, etc., ce qui a trait à chacune de ces industries en particulier. Il nous reste donc seulement à décrire ici les procédés relatifs à la galvanoplastie proprement dite.

Après quelques essais de Daniell, de De la Rive et de Delarue, Jacobi (février 1837) et Spencer (septembre 1837) découvrirent à peu près simultanément le moyen d'obtenir un dépôt galvanoplastique. Jacobi imagina en 1849 l'emploi d'une *électrode soluble*.

Moulage. — Le dépôt de cuivre doit être uniforme, très cohérent, absolument exempt de lacunes, et capable de se détacher facilement du moule. La fabrication de ce moule est la première opération à effectuer : un grand nombre de substances peuvent servir à cet usage, mais il est préférable de choisir dans chaque cas celle qui convient le mieux. Les moules en métal se prêtent surtout à la reproduction des médailles, car ils sont d'une extrême finesse; mais ils exigent un outillage spécial et une grande habileté. On obtient de très bons moules avec l'alliage fusible de Darcet (bismuth 250 gr., plomb 160 gr., étain 125 gr., antimoine 30 gr.). On le fond à consistance pâteuse et l'on y applique l'objet à reproduire, que l'on frappe d'un coup léger et bien d'aplomb.

Le plâtre convient bien au surmoulage du plâtre, du stuc, du marbre, de l'albâtre, du bois et des métaux; la cire blanche et la stéarine servent à la reproduction des médailles et des

clichés; la gélatine sert à mouler les objets fragiles et les pièces de difficile dépouille; son élasticité lui permet d'abandonner les parties rentrantes des modèles et de reprendre ensuite la forme voulue.

Enfin la gutta-percha est la substance la plus employée; elle sert surtout pour les objets qui peuvent supporter la pression sans inconvénient. Elle a l'avantage de pouvoir se transformer en lames minces ou en plaques épaisses, de se prêter à toutes les exigences du modelage, en un mot de se laisser travailler de toutes les façons. Très résistante à la température ordinaire, elle se ramollit par une immersion de quelques instants dans l'eau chaude, et devient



Fig. 384. — Moule en gutta-percha.

susceptible de prendre les empreintes les plus délicates. Enfin elle est inattaquable par les alcools, les acides et les dissolutions salines.

La gutta est ramollie dans l'eau bouillante et pétrie avec soin, de façon à la réunir en une boule bien homogène qu'on applique sur le modèle, préalablement frotté de savon; puis on soumet le tout à la presse, jusqu'à ce que la température se soit notablement abaissée. On doit cependant démouler avant le refroidissement complet. On lave ensuite le moule (fig. 384), on le sèche et on le métallise.

Procédé Pellecat. — M. Pellecat a imaginé en 1884 de chauffer la gutta-percha jusqu'à complète fusion, et de la couler ensuite sur le modèle, sans aucune pression. On obtient ainsi une très grande finesse de détails, sans de briser ni de déformer le modèle, m plus fragile. Ce procédé se prête très bie à la reproduction en *terre perdue* qui ne du procédé dit en *cire perdue* que par la tution de la terre glaise à la cire. On fai raître ensuite le modèle en terre pa froide, qui délaye la terre rapidement, s térer la gutta-percha. Le procédé Pellecat d'excellents résultats, ainsi que le montr gure 385.

Métallisation des moules. — Les moul d'une substance isolante doivent être e en tous les points où l'on veut obtenir un d'une couche conductrice continue, mai mince pour ne pas altérer les plus petits

On fait quelquefois un enduit de sulfu gent en enduisant le moule, au pinceau solution de 9 parties de nitrate d'argen 100 parties d'alcool. On préfère ordinai déposer à la surface d'un moule une mince de plombagine bien pure. On h d'abord légèrement avec un peu d'eau frotte rapidement avec un pinceau trem la plombagine jusqu'à ce que la surfa sente un aspect brillant et uniforme.

Quand le moule est en métal, il convi core de l'enduire de plombagine pour enlever plus facilement le dépôt; on r de cire les parties où le cuivre ne doit déposer.

Enfin les moules en plâtre doivent êt dus imperméables en les plongeant dans rine fondue jusqu'à ce qu'il ne s'en déga de bulles d'air ni de vapeur d'eau. On s dre ensuite de plombagine, on laisse re et l'on frotte vivement avec une brosse de cette substance.

Disposition des bains. — Le moule est introduit dans le bain, qui est ordinai une dissolution de sulfate de cuivre. souvent, ce bain est disposé dans une c verre, de porcelaine, ou de bois enduit in rement de gutta-percha ou de glu (fig. 386). Deux tiges métalliques TT', aux deux pôles de la source, supporten les moules *m*, l'autre une ou plusieurs p de cuivre C, servant d'anode soluble (mot). On peut se dispenser d'employer une soluble, et remplacer les plaques de cu par une électrode de plomb ou de plati entretient alors la saturation en ajouta cristaux de sulfate de cuivre. Ce procé moins avantageux, et n'est guère emplo pour les rondes-bosses.

eut aussi placer le bain dans un *appa-ple* (fig. 387), qui constitue une grande Daniell. Le sulfate de cuivre est dans e de bois doublée de gutta-percha, au le laquelle on place un ou plusieurs reux, contenant de l'eau acidulée et des algamés Z,Z,Z. Tous les zincs commu-avec une tringle isolée AA ; d'autres tringles isolées BB, B'B' supportent les moules PP, qui représentent ainsi le pôle positif de la pile. Enfin, pour fermer le circuit, des tiges métalliques réunissent la tringle AA aux tringles BB et B'B'. Comme cette disposition ne permet pas l'emploi d'une anode soluble, il faut maintenir le degré de concentration par l'addition de cristaux de sulfate de cuivre.

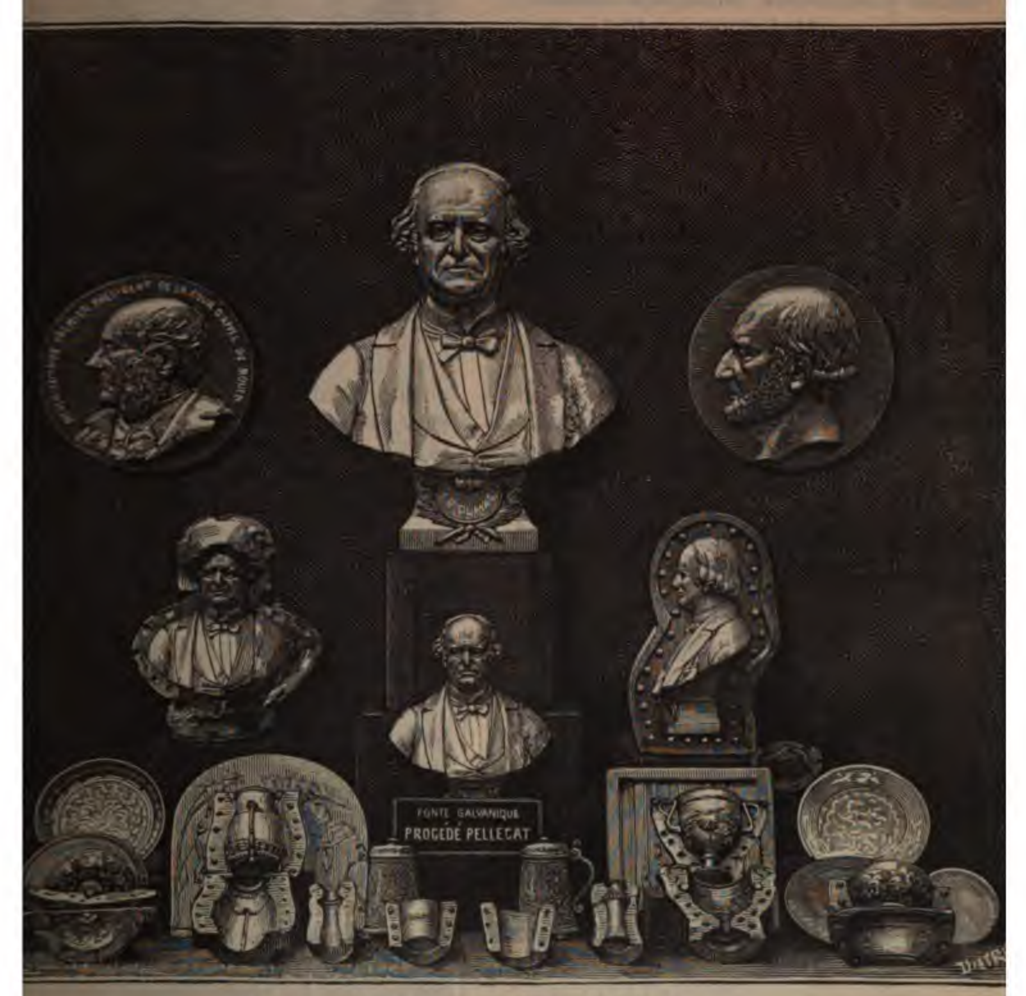


Fig. 385. — Objets reproduits par le procédé Pellecat.

joute souvent aux bains de sulfate de un peu d'acide sulfurique, qui rend le noins cristallin et moins cassant, surtout s courants très faibles et de grandes sur-plaires. Lorsqu'on doit faire usage d'une de soluble, on verse 8 à 9 parties d'acide que dans 100 parties d'eau, et l'on ajoute à 9 parties de sulfate de cuivre cristallisé, lonne une dissolution à peu près saturée.

Lorsqu'on ne doit pas se servir d'une anode soluble, on réduit la proportion d'acide sulfurique à 1 ou 2 p. 100, la décomposition électrolytique tendant à rendre le bain de plus en plus acide. M. H. Bouilhet a montré que le dépôt est plus tenace et plus dur si l'on ajoute au bain des traces de gélatine.

Pour les médailles, les bas-reliefs et en général tous les objets à dépouille, on les retire

facilement du moule. On peut ensuite les recuire, pour enlever les impuretés ou les débris du moule qui adhèrent à la surface; si l'on craint d'altérer les détails par le recuit, on lave avec de l'alcool, de l'essence de térébenthine ou mieux de la benzine.

Reproduction des pièces rondes-bosses. — La reproduction de ces pièces offre des difficultés particulières. On emploie ordinairement le procédé indiqué par M. Lenoir. On fait le moule de gutta-percha en plusieurs morceaux qu'on enduit soigneus de plombagine à l'intérieur et qu'on réu enfermant dans l'intérieur une carcasse r lique, reproduisant grossièrement la for l'objet. Cette carcasse était primitiveme fils de platine ; G. Planté a remplacé ce

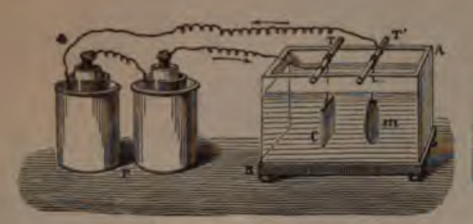


Fig. 386. — Appareil composé pour la galvanoplastie.

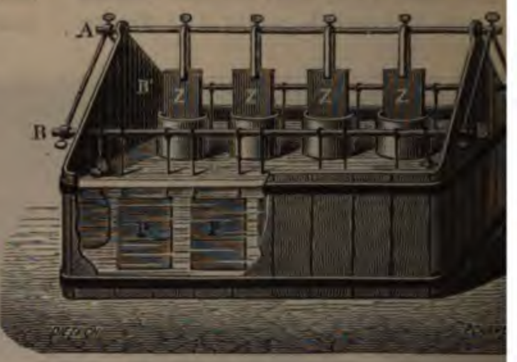


Fig. 387. — Appareil simple pour la galvanoplastie

par du plomb. On suspend ensuite ce moule dans le bain (fig. 388), la carcasse métallique étant reliée au pôle positif de la source, et le

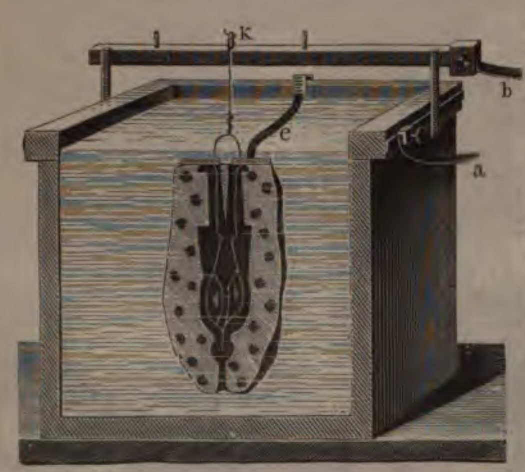


Fig. 388. — Reproduction d'une ronde-bosse.

moule au pôle négatif. On ménage une ou deux ouvertures au bas du moule pour que le liquide se renouvelle plus facilement dans l'intérieur, et l'on suspend dans le bain des sacs de crin remplis de cristaux.

Quand l'opération est terminée, on enlève le moule en gutta en le ramollissant par la chaleur, et l'on fait sortir l'anode de plomb de la ronde-bosse en la tirant fortement par l'orifice supérieur.

Galvanoplastie massive. — Si l'on veut donner au dépôt galvanique une épaisseur suff pour lui assurer la résistance nécessaire, i le laisser très longtemps dans le bain, augmente beaucoup le prix de revient. tourné cette difficulté en coulant à l'int de la couche galvanique de l'étain ou un fusible qui lui donne la solidité nécessaire la maison Christofle, on garnit d'abord l rieur du galvano d'une épaisse couche de qu'on fait sécher à l'étuve et qui l'empêc se déformer; puis on chauffe au rouge introduit ensuite dans l'intérieur des frag de laiton aussi fusibles que possible, av peu de borax en poudre, et l'on fond ces ments à l'aide d'un chalumeau.

Applications de la galvanoplastie. — L productions galvanoplastiques offrent le mes avantages que présentent, dans le du dessin, les reproductions photograph Elles rendent l'œuvre du sculpteur avec la lité la plus parfaite, avec ses plus petits d On sait que les objets obtenus par fusio coulés dans un moule en sable plus ou rugueux : leur surface présente donc une de défauts et d'aspérités, qui nécessitent, de les livrer au commerce, un travail de lure souvent fort long et qui en augment sidérablement le prix de revient; ce tra en outre le défaut de ne pas traduire to avec exactitude la pensée de l'artiste. C pas à craindre cet inconvénient avec les ductions galvanoplastiques, qui n'exigent près aucune retouche.

Aussi la statuaire et l'architecture utilisent-elles fréquemment les procédés galvanoplastiques pour la reproduction d'un grand nombre d'œuvres d'art importantes. Nous citerons notamment les portes de l'église Saint-Augustin, à Paris (fig. 389), les statues colossales de 5 à 6 mètres de hauteur qui ornent la façade de



Fig. 389. — Porte de l'église Saint-Augustin à Paris.

l'Opéra, et qui représentent la Musique, la Poésie, Apollon et les Muses (fig. 390), deux grands Pégases, enfin les bustes des grands maîtres et de nombreux chapiteaux destinés au même monument.

Grâce à la parfaite fidélité de ses reproductions, la galvanoplastie se prête admirablement à la vulgarisation des chefs-d'œuvre de toutes les époques, qui, sans son secours, resteraient cachés dans quelques musées. C'est dans ce but que le musée gallo-romain de Saint-Germain en Laye a fait reproduire les bas-reliefs de l'arc de triomphe de Constantin et ceux de la colonne Trajane : ces derniers sont au nombre de six cents et présentent chacun une surface moyenne de 1 mètre carré.

C'est encore pour le même motif que l'Administration du musée de Kensington, à Londres, a fait mouler, en 1855, les objets les plus remarquables du musée de Cluny et du musée d'artillerie. Cette remarquable collection s'est enrichie, depuis cette époque, de nombreux moulages galvaniques faits dans les principales collections d'Europe. Le musée artistique et industriel de Vienne a suivi cet exemple. La maison Christofle a reproduit également cinquante-deux vases ou ustensiles en argent, d'origine romaine, trouvés en 1868 près de Hildesheim (fig. 391).

La bijouterie emprunte aussi le secours de la galvanoplastie pour produire facilement sur l'acier les nielles et les damasquinures les plus compliquées. Enfin, outre l'électro-chimie, que nous avons déjà signalée, la galvanoplastie présente de nombreuses applications, parmi lesquelles nous citerons en première ligne l'*Electrotypie* (Voy. ce mot); en facilitant la reproduction des clichés typographiques sur bois et des planches en taille-douce sur métal, elle a puissamment contribué au développement des livres et des journaux illustrés.

GALVANOPLASTIQUE. — Qui se rapporte à la galvanoplastie.

GALVANOPUNCTURE. — Syn. d'électropuncture. (Voy. GAVALNOCAUSTIQUE CHIMIQUE.)

GALVANOSCOPE. — Appareil servant à reconnaître la production d'un courant. On emploie généralement pour cela un galvanomètre peu sensible. Le téléphone peut servir aussi de galvanoscope, pourvu qu'on produise des interruptions dans le circuit.

GALVANOSCOPIQUE. — Qui se rapporte aux galvanoscopes.

GALVANOTHÉRAPIE. — Syn. d'ÉLECTROTHÉRAPIE.

GALVANOTROPISME. — Phénomène présenté par la racine des plantes plongées dans l'eau, qui s'incline d'un côté ou de l'autre lorsqu'on fait passer dans cette eau un courant électrique.

GASTÉROSCOPE. — Accessoire du *polyscope* servant à l'examen de l'estomac.

GEISSLER (TUBE DE). — Tube contenant un gaz raréfié qui s'illumine par le passage de l'étincelle électrique (fig. 392). Ils ont été imaginés

Fig. 390. — Groupe de couronnement de l'un des pavillons de la façade de l'Opéra (5 mètres de hauteur).



Fig. 391. — Tasse à feuilles d'acanthe du trésor de Hildesheim.

par Geissler, mécanicien et physicien allemand. Lorsque la pression de l'air devient inférieure à 38 centimètres de mercure, l'aspect de la décharge change beaucoup. Tout le gaz devient lumineux et l'on peut voir au spectroscope le spectre caractéristique de ce gaz. Si l'on fait le vide jusqu'à ce que la pression ne soit plus qu'une faible fraction de millimètre, le tube se remplit d'une lumière brillante dont la couleur varie avec la nature du gaz qui se trouve dans le tube. Ainsi la lumière est violacée dans l'air, d'un beau rouge dans l'hydrogène, etc. Si l'on entoure le gaz d'un solide ou d'un liquide fluorescent, verre d'urane, solution d'azotate d'urane, de sulfate de quinine, etc., cette substance s'illumine et présente des couleurs caractéristiques.

Aux deux bouts du tube sont scellées des électrodes d'aluminium ou de platine; ce der-

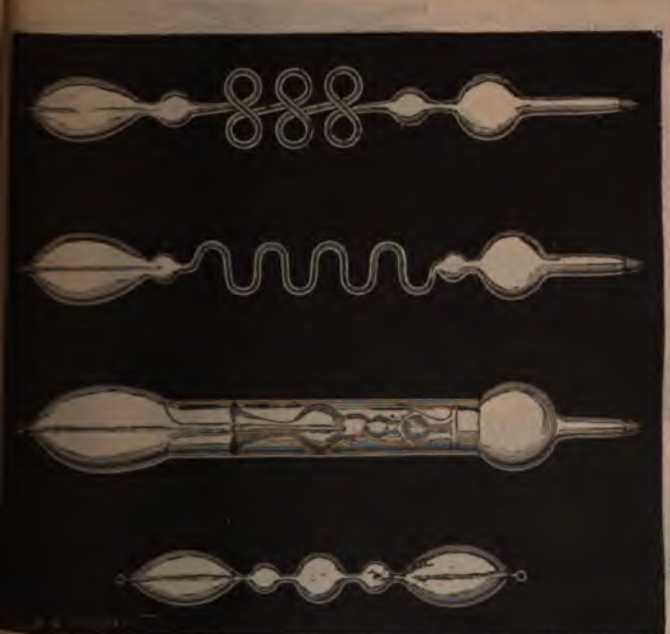


Fig. 392. — Tubes de Geissler.



Fig. 393. — Tube de Geissler tournant.

nier métal convient mieux, parce que, sa dilatation étant la même que celle du verre, il ne s'en détache pas en se refroidissent. On fait le vide dans le tube à l'aide d'une trompe de Sprengel, par un petit tube capillaire qu'on ferme ensuite au chalumeau.

En général le courant induit direct traverse seul le tube vide, et l'on constate que les pôles n'offrent pas le même aspect. La boule qui contient l'électrode négative est tout entière illuminée; l'autre est obscure et présente seulement un point brillant à l'extrémité du fil positif.

En disposant un tube de Geissler sur un moteur qui le fait tourner, pendant qu'on l'illumine au moyen d'une bobine de Ruhmkorff, grâce à la persistance des impressions sur la rétine, chaque point du tube paraît transformé en un cercle lumineux et l'œil croit voir une série de cercles concentriques de couleurs variées. Le modèle représenté figure 393 renferme sous un petit volume le moteur et la bobine nécessaires à l'expérience. C'est le fer doux de la bobine qui, en s'aimantant et se désaimantant, fait tourner le moteur à palettes placé à la partie supérieure.

GÉNÉRATEUR PYROMAGNÉTIQUE. — Appareil imaginé par M. Edison en 1887, et dans lequel les variations du champ magnétique destinées à produire les courants d'induction sont dues à des changements de température.

Ce générateur est fondé sur le même principe que le moteur pyromagnétique (Voy. ce mot)

du même inventeur. Il est composé de huit éléments identiques entre eux et formés chacun d'un électro-aimant à branches horizontales, devant les pôles duquel est disposé un cylindre de tôle ondulée entouré par une bobine de fil. Les huit bobines sont reliées en série et forment un circuit fermé, comme celui de l'anneau de Gramme ; les huit tubes ondulés qui leur servent de noyaux traversent à leurs extrémités deux disques de fer horizontaux formant les pièces polaires communes des huit électro-aimants.

Au centre de ces disques fixes passe un arbre creux vertical, entraînant dans sa rotation une plaque semi-circulaire en argile réfractaire, qui masque à chaque instant quatre des huit tubes verticaux. L'appareil est p sur un fourneau muni d'une soufflerie, et produits de la combustion, s'échappant pa tubes qui ne sont pas obturés, les porten rouge.

Il y a donc à chaque instant quatre des t creux qui s'échauffent et quatre qui se re dissent ; les quatre premiers sont le siège

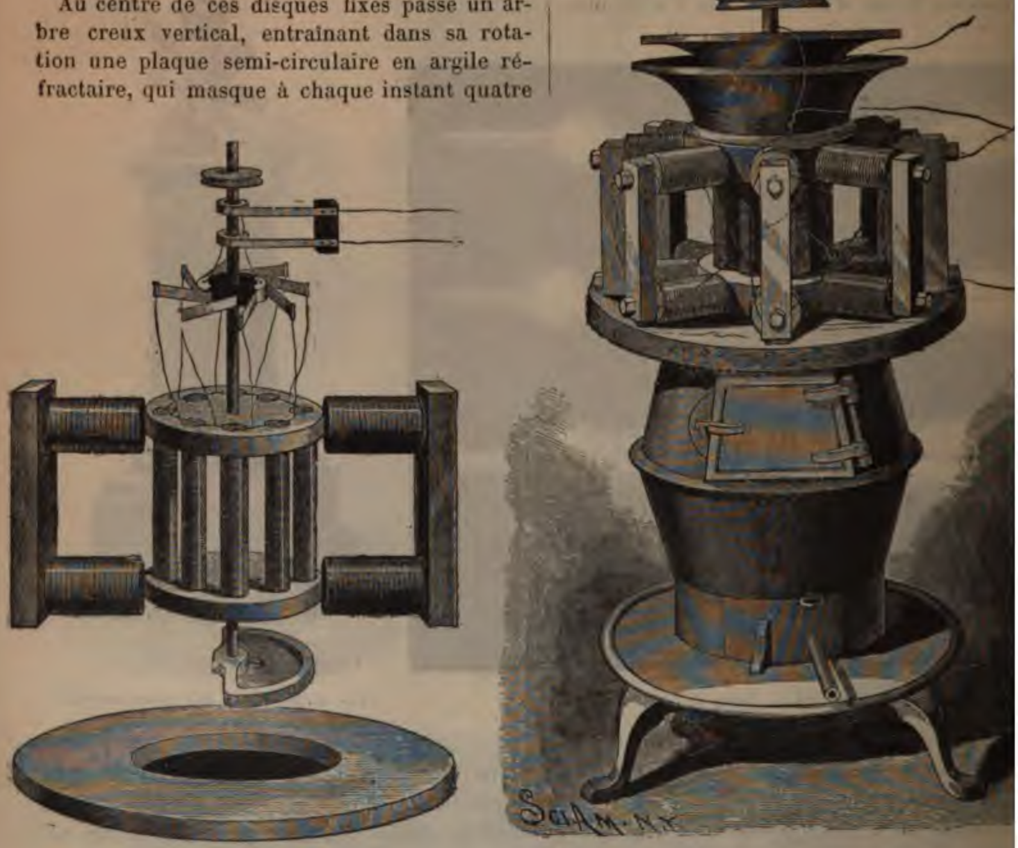


Fig. 394. — Détails et vue d'ensemble du générateur pyromagnétique.

courant d'un certain sens, et les autres d'un courant de sens opposé, la ligne de commutation étant parallèle au bord rectiligne de l'obturateur. Pour recueillir ce courant, l'arbre porte un disque isolant, entouré par deux segments métalliques opposés, dont la ligne de séparation est également parallèle au bord de l'obturateur. Sur ces segments frottent huit ressorts fixés sur le circuit fermé de l'induit, à égale distance entre deux bobines consécutives. Chacun de ces segments commun donc toujours avec les quatre bobines courant est de même sens, et ils représe en quelque sorte les deux pôles de l'in dont les deux moitiés sont pour ainsi dir semblées en batterie. Les deux segments talliques communiquent respectivement deux colliers de laiton, isolés de l'arbre, lesquels deux balais viennent recueillir le rant. On voit que la disposition de l'induit

une certaine analogie avec celle de l'anneau de Gramme.

GÉNÉRATEUR SECONDAIRE. — Nom donné par MM. Gaulard et Gibbs à leur transformateur (Voy. ce mot).

GLYPHOGRAPHIE. — Procédé électrotypique pour obtenir des planches gravées en relief pour l'impression. Il consiste à graver d'abord une planche en creux, puis à l'employer en guise de moule galvanoplastique pour avoir la planche en relief.

GODILLE. — Organe du manipulateur du télégraphe à cadran.

GOUTTE DE SUIF. — Petit bouton plat et arrondi sur les bords, sur lequel vient s'appuyer la manette à ressort de certains commutateurs pour établir le courant. (Voy. Plot.)

GOUVERNAIL ÉLECTRIQUE. — Gouvernail mû par l'électricité. Il en existe plusieurs modèles.

GOUVERNAIL-MOTEUR-PROPULSEUR. — Gouvernail portant le moteur électrique qui met en marche le bateau (système Trouvé). (Voy. Bateau.)

GRADUATEUR ou **DÉRIVATEUR.** — Appareil employé dans la téléphonie à grande distance (système van Rysselberghe) pour empêcher d'entendre les courants télégraphiques.

En médecine, on donne ce nom aux appareils qui servent à graduer l'action de l'électricité, notamment au cylindre de cuivre que, dans certaines bobines, on enfonce plus ou moins profondément autour du noyau central de fer doux pour diminuer l'intensité du courant induit.

GRAMME (machine de). — Voy. Machines d'induction.

GRAPHOPHONE. — Sorte de phonographe dû à MM. Bell, Chichester et Simmer Tainter.

L'enregistrement des sons se faisait d'abord

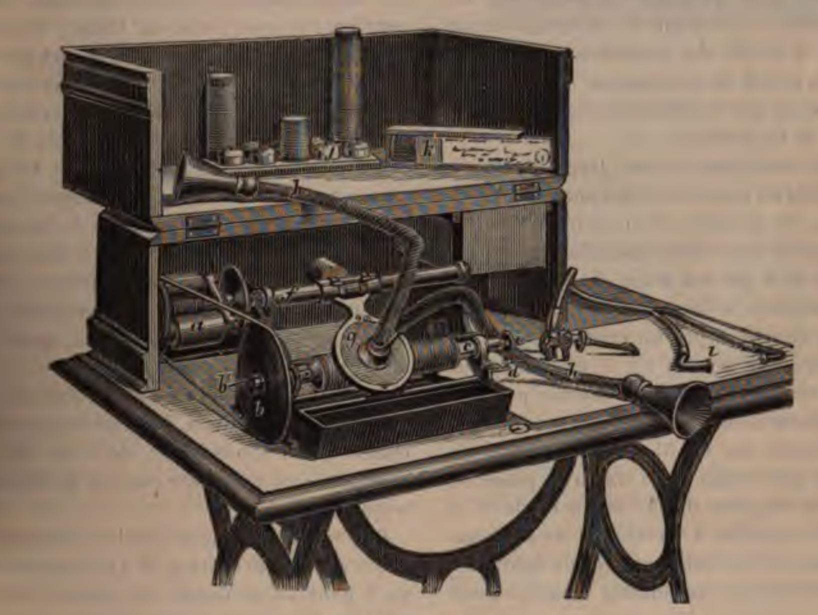


Fig. 395. — Graphophone.

en spirale sur un disque de papier enduit d'un mélange de 2 parties de paraffine et une de cire blanche; ce papier est fixé, pour cela, sur un disque métallique qui tourne autour de son axe, avec une vitesse de 180 à 190 tours par minute, tandis que cet axe avance parallèlement à lui-même avec une vitesse d'environ 25 millimètres par minute.

Une lame coupante, fixée à une feuille mince de mica, décrit à la surface du disque une fine spirale et découpe un copeau de cire plus fin qu'un cheveu.

Le disque de paraffine est ensuite plombaginé et employé comme moule dans un bain galvanoplastique, ce qui donne une plaque de cuivre présentant en saillie l'empreinte du sillon qui se trouvait en creux sur la paraffine. A l'aide de ce galvano, on grave mécaniquement le tracé phonographique primitif sur un disque de fer.

Enfin, pour reproduire les sons, on place

devant ce disque un aimant, dont l'un des pôles porte une bobine ayant pour axe une aiguille de fer doux, qui affleure le disque sans le toucher ; cette bobine communique avec un téléphone.

Si l'on fait décrire au disque de fer un mouvement hélicoïdal identique au premier, les paroles se reproduisent dans le téléphone.

La figure 395, dont nous devons la communication à M. Brault, montre la forme la plus récente du graphophone. Le disque est remplacé par un cylindre formé d'une série de bandes de papier léger et résistant enroulé sur un mandrin, puis recouvert de cire. Le tout est passé plusieurs fois dans un moule chauffé vers 100° au bain-marie pour chasser les bulles d'air ; enfin, comme dans le phonographe, la surface de la cire est rendue parfaitement lisse et cylindrique par une plane disposée en avant du style inscripteur.

Le cylindre ainsi préparé est placé sur les deux manchons *c* ; il est mis en mouvement par une pédale, à l'aide du régulateur *a* et de la poulie *b*. On arrête le mouvement en appuyant sur le bouton *d*, qui soustrait le rochet *b'* à l'entraînement de la poulie *b*.

L'appareil inscripteur est un large disque de mica *g*, portant en son centre une pointe fine, qui trace sur la cire un sillon d'environ 0,025 millimètres de profondeur. Il est monté sur une vis *f*, commandée de *b* par un train d'engrenage, et qui le fait mouvoir le long du cylindre enregistreur ; il est équilibré par un contre-poids.

Le parleur, qui se voit en *i*, présente une forme très originale : il est constitué par une petite membrane de mica ou de papier, à laquelle le style s'attache par un fil de soie passant au travers d'un petit tube. Il se fixe à la place du récepteur sur la gaîne de la vis *f* à l'aide d'un petit chariot à griffes. L'enveloppe de la membrane est munie d'un tube acoustique bifurqué, dont on introduit les extrémités dans les deux oreilles.

Il existe actuellement aux États-Unis plus de 30 sociétés ayant un capital total d'environ 100 millions, et destinées à exploiter le phonographe et le graphophone.

GRAVURE SUR VERRE PAR L'ÉLECTRICITÉ. — Dans ses recherches sur les phénomènes présentés par les décharges à haute tension, G. Planté fut amené à indiquer le procédé suivant de gravure sur verre.

« On couvre la surface d'une lame de verre avec une solution concentrée de nitrate de potasse, en versant simplement le liquide sur la plaque posée horizontalement dans une c vette peu profonde. D'autre part, on fait plo ger dans la couche liquide qui recouvre verre, et le long des bords de la lame, un de platine horizontal communiquant avec pôle positif d'une batterie secondaire de à 60 éléments ; puis, tenant à la main l'aut électrode, formée d'un fil de platine entour sauf à son extrémité, d'un étui isolant, o touche le verre, recouvert de la couche minc de solution saline, aux points où l'on veu graver des caractères ou un dessin.

« Un sillon lumineux se produit partout o touche l'électrode, et, quelle que soit la rapidit avec laquelle on écrive ou on dessine, les trait que l'on a faits se trouvent nettement gravé sur le verre. Si l'on écrit ou si l'on dessin lentement, les traits sont gravés profondément leur largeur dépend du diamètre du fil de pla tine servant d'électrode ; s'il est taillé en pointe ces traits peuvent être extrêmement déliés. O peut graver avec l'une ou l'autre électrode ; faut toutefois un courant moins fort pour grave avec l'électrode négative, et la gravure est plu nette. » (G. PLANTÉ, *Recherches sur l'électricité*.)

GRÊLE. — Volta a fait intervenir le premie l'électricité dans la formation de la grêle, e supposant que les grêlons, renvoyés d'un nuag à un autre, comme les balles de la *grêle élec trique*, se couvrent chaque fois d'une nouvell couche de glace. Plus récemment. M. Faye, M. Luvini et G. Planté ont proposé d'autres théories électriques de la grêle, mais aucune n'est parfaitement satisfaisante.

G. Planté considère la grêle comme « résultant de la congélation, dans les hautes et froides régions de l'atmosphère, de l'eau des nuages pulvérisée et vaporisée par les décharges électriques. »

Par ses expériences sur les décharges électriques de haute tension, il a été amené à penser qu'il peut se produire une gerbe de globules aqueux, lorsqu'un nuage ou un courant aérien électrisé pénètre dans une autre masse nuageuse à l'état neutre ou moins fortement électrisée.

« De plus, en raison de la basse températur de l'ensemble du nuage lui-même ou des régions élevées dans lesquelles le phénomène s produit, ces globules peuvent être congelé instantanément et donner naissance à de grêlons.

« L'intensité des phénomènes électriques qu présentent généralement les orages à grêle pendant lesquels les éclairs se succèdent d'un manière incessante et forment comme la dé-

charge continue d'un puissant courant d'électricité dynamique à haute tension, montre l'importance du rôle que doivent jouer les effets mécaniques et calorifiques dont il s'agit dans la production de la grêle.

« Lors des violents orages de grêle qui sévirent, en Suisse et en France, du 7 au 8 juillet 1875, 8 à 10,000 éclairs se succédaient par heure, en formant comme un immense incendie.

« Les mouvements violents qui se produisent au milieu des nuages d'où tombe la grêle, la transformation rapide des cirrus en nimbus, s'expliquent aussi par l'action calorifique des décharges électriques; car les nimbus apparus subitement ne peuvent provenir que de la vaporisation rapide et de l'eau condensée d'une partie des cirrus.

« Les déchirures multipliées des nuages à grêle, leurs formes déchiquetées, doivent également résulter de l'effet des décharges électriques.

« La forme ovoïde ou en pointe des grêlons, leurs aspérités ou protubérances, peuvent être attribuées à leur origine électrique, car, dans l'expérience ci-dessus, les globules ont aussi une forme ovoïde, et l'étincelle d'où ils jaillissent a l'aspect d'une couronne à pointes de flamme. »

A l'appui de cette théorie, l'auteur a fait un certain nombre d'expériences. Nous citerons la suivante.

« Si on plonge d'avance l'électrode négative d'une batterie de 400 couples secondaires environ dans un vase contenant de l'eau salée, et si on fait toucher l'électrode positive à la surface du liquide, il se produit une gerbe d'innombrables globules ovoïdes qui se succèdent avec une extrême rapidité, et sont projetés à plus de 1 mètre de distance du vase où se fait l'expérience.

« L'étincelle se présente, dans ce cas, à la surface du liquide sous la forme de couronne ou d'auréole à pointes multiples d'où jaillissent les globules aqueux. La métallité de l'électrode n'est pas nécessaire pour obtenir cet effet; un fragment de papier à filtrer, humecté d'eau salée, en communication avec le pôle positif, produit également le phénomène (fig. 396).

« Si cette expérience de la gerbe était produite avec une tension plus élevée sur de l'eau ordinaire, dans une enceinte à très basse température, les gouttelettes projetées seraient évidemment solidifiées, et on aurait une reproduction artificielle plus complète du phénomène naturel (1). »

Pour éviter la difficulté d'employer une vaste enceinte refroidie, G. Planté s'est servi d'une solution concentrée de nitrate de potasse, chauffée près du point d'ébullition, de manière à ce que les gouttelettes projetées par la décharge électrique pussent se solidifier rapidement par le refroidissement à la température ambiante. En plaçant le vase à 2 mètres de hauteur, il obtint une grêle artificielle de nitrate de potasse (fig. 396).



Fig. 396. — Production artificielle de la grêle.

GRÊLE ÉLECTRIQUE. — Expérience servant à montrer les attractions et répulsions électriques. Des balles de sureau, placées entre deux plateaux métalliques reliés aux deux pôles d'une machine électrostatique ou bien à la machine et au sol, se chargent par influence et sont successivement attirées et repoussées par chacun d'eux.

GRISOU (Indicateur de). — Voy. Indicateur.

GRUE ÉLECTRIQUE. — Grue mise en mouvement par un moteur électrique. Ce moteur est généralement une dynamo qui reçoit le courant d'une autre dynamo, placée à une certaine distance. C'est une application de la transmission électrique de l'énergie.

La fonderie de canons de Bourges possède depuis 1882 une grue électrique d'une force portante de 20 tonnes, dont tous les mécanismes sont actionnés, séparément ou simultanément, par une machine Gramme pouvant développer 12 chevaux. La génératrice, placée à 300 mètres environ de la grue, est commandée par la transmission générale de l'usine, et absorbe au maximum environ 20 chevaux. Cette grue rend

(1) G. Planté, *Les phénomènes électriques de l'atmosphère.*

de tels services qu'on en a installé une seconde de 40 tonnes.

L'usine Farcot, à Saint-Denis, possède une grue électrique de 30 tonnes. La réceptrice est sur la grue; la génératrice, située à 90 mètres, donne 350 volts et 15 ampères. Avant qu'on employât l'électricité, la manœuvre exigeait 10 hommes pour les grosses pièces; un seul ouvrier suffit aujourd'hui et la vitesse d'ascension est plus que doublée. Le rendement entre le travail absorbé et celui qui résulte de l'élévation de la charge est de 38 p. 100.

Les magasins généraux de Roubaix emploient une grue électrique pour élever des balles de laine formant une charge de 500 à 600 kilogr. à 9 mètres de hauteur, et les mettre en place dans un rayon de 3,20 m. Elle est actionnée par deux machines Gramme; la génératrice absorbe 6,5 chevaux et donne 250 volts et 15 ampères. Le rendement industriel est de 61 p. 100. Les résultats sont excellents.

GUIDON ÉLECTRIQUE LUMINEUX. — Petit appareil imaginé par M. Trouvé, qui permet aux chasseurs de viser avec autant de précision au milieu de la nuit que pendant le jour. Il consiste en un petit fil de platine, disposé sur la ligne de mire, et qu'on porte à l'incandescence au moyen d'une pile. Ce fil est placé dans un petit tube de verre, entouré lui-même d'un étui métallique; cet étui est percé d'une fenêtre du côté du chasseur, qui peut seul apercevoir le guidon incandescent. Une petite pile à renversement, de la grosseur du petit doigt, s'adapte au canon de l'arme, parallèlement à ce dernier, au moyen de deux bracelets en caoutchouc. Quand on abaisse le canon pour viser, le liquide vient baigner le zinc : la pile fonctionne, et le guidon s'éclaire. Dès qu'on relève l'arme, les pôles sortent du liquide, et la pile cesse de s'user. La figure 397 montre le mode d'emploi de ce petit appareil.



Fig. 397. — Guidon électrique lumineux.

GUIPAGE. — Couche de coton, de soie, ou d'une autre substance isolante, tissée au métier autour d'un fil ou d'un câble électrique.

GUTTA-PERCHA. — Cette substance, appelée aussi *gomme plastique*, *gomme de Sumatra*, *gomme gettania*, s'extrait de deux arbres de la famille des Sapotées, l'*Isonandra percha* et le *Sapota Mulleri*, qui croissent à Bornéo, dans l'île de Singapore, etc.

La gutta-percha brute, obtenue par évaporation à l'air du latex de ces arbres, nous arrive en poires ou pains de couleur rouge ou grisâtre. Bien épurée, elle est à peu près incolore. Elle est, comme le caoutchouc, insensible à l'action de l'air, de l'humidité, de l'eau froide, mais elle n'est pas extensible comme lui. Malheureusement, elle éprouve avec le temps, au contact de l'air et de la lumière, une oxydation superficielle qui la durcit, la fendille, et lui fait perdre une partie de ses qualités.

La gutta est un bon isolant; elle est très employée dans la fabrication des câbles (voy. ce mot).

GYMNOTE. — Poisson possédant derrière les branchies un appareil électrique. (Voy. ÉLECTROGÈNE.)

Nom donné à un torpilleur électrique. (Voy. TORPILLEUR.)

SCOPE. — Le gyroscope de Foucault
iné à mettre en évidence la rotation de
, par suite de l'immobilité, dans l'es-
plan de rotation d'un tore animé d'un
ent suffisamment rapide. M. Trouvé
uit, en 1865, un gyroscope électrique.
e A, représenté séparément en coupe
), renferme un électromoteur du même
teur, recouvert d'une couche de cui-
anique. Ce tore est mobile autour d'un
ier, terminé par des pointes de rubis,
ntrent dans des cavités creusées dans
le cercle de cuivre C. Celui-ci est fixé de même dans un cercle de fer B, qui participe au mouvement de la terre, et le tout est suspendu par un fil inextensible au centre d'un cercle divisé DE. Le tore reçoit le courant par deux pointes de platine GH plongeant dans deux godets de mercure. Une aiguille indicatrice, fixée au cercle C, et par suite immobile dans l'espace, montre le mouvement de la terre par son déplacement apparent sur le cercle DE, qui participe à ce mouvement.

Cet appareil présente sur les gyroscopes or-

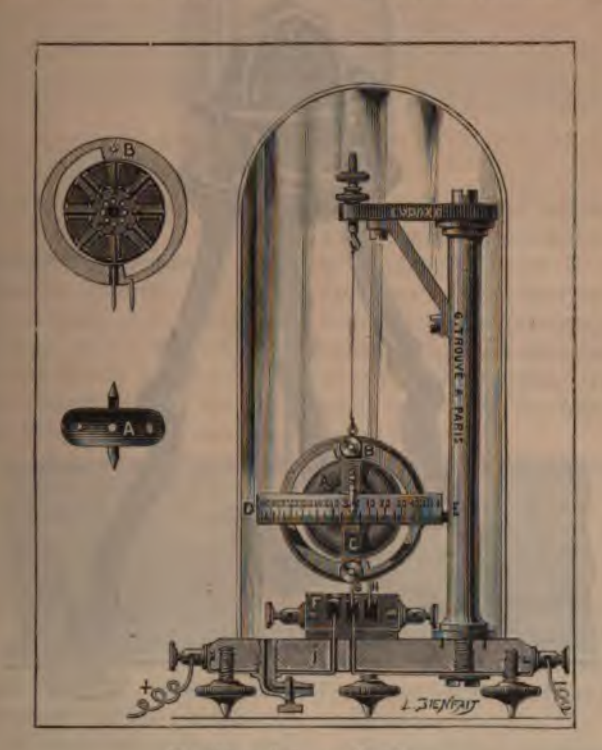


Fig. 398. — Gyroscope électrique.

cet avantage que la rotation peut être
e pendant un temps beaucoup plus
e résultat est donc beaucoup plus

Fonvielle a construit également un
pe électrique.

ouvé a modifié récemment son gyros-
ns le but de l'employer à la vérification
ssoles marines. Dans ce nouveau mo-
. 399), la masse et la vitesse du tore ont
ues dans une proportion considérable,
rendre insensible l'influence des causes
atrices. La vitesse atteint 400 tours par

Le nouvel instrument se compose des mêmes organes que l'ancien; seules leurs formes et leurs dispositions ont été légèrement modifiées.

Le tore électromoteur, d'un poids de plusieurs kilogrammes, est constitué intérieurement par un anneau induit assez aplati pour occuper la partie médiane même du tore.

Ainsi construit et muni de son axe et de son commutateur, cet anneau est, comme précédemment, noyé dans un ciment spécial, passé au tour, équilibré, plongé dans un bain de cuivre pendant plusieurs jours et, quand le dépôt de métal atteint une épaisseur suffisante, de

nouveau il est passé au tour et exactement équilibré.

L'inducteur est un anneau de fer à pôles conséquents dans lequel tourne concentriquement le tore électromoteur. Sur cet anneau, qui porte l'aiguille indicatrice des déplacements de l'appareil (en réalité l'appareil est immobile dans l'espace absolu et ce sont les

objets terrestres qui tournent auto
sont fixés deux montants de cuivr
une cage rectangulaire qui sert de p
pui à l'axe du tore. L'inducteur et l'i
montés en série.

Tout le système est supporté pa
pension à la Cardan, au moyen d'un
cal terminé par des pointes qui piv

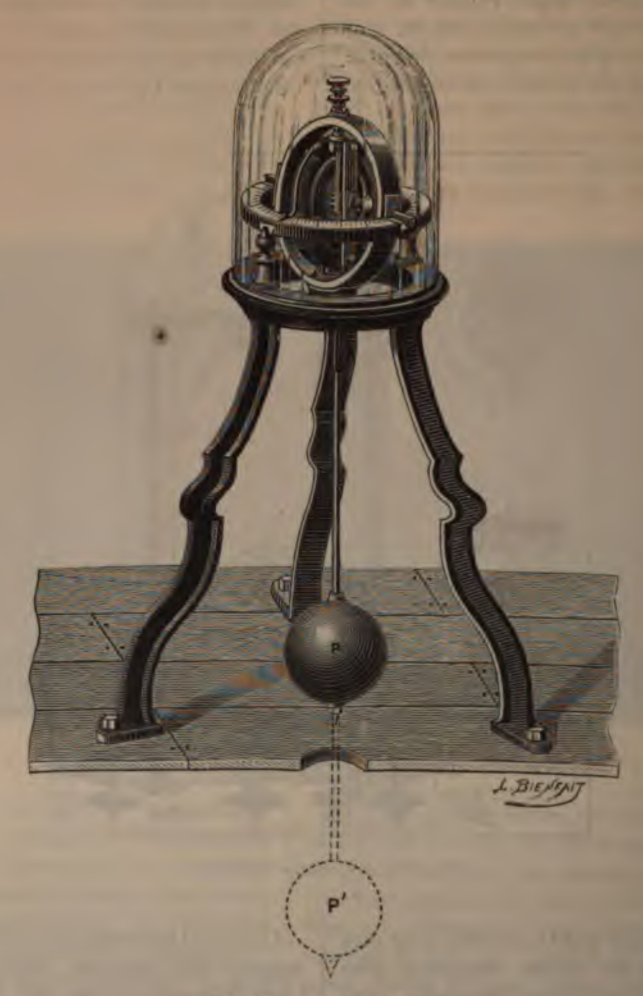


Fig. 399. — Gyroscope marin.

des crapaudines d'agate, comme l'axe du tore lui-même.

A la suspension de Cardan est adjoint un pendule à tige rigide qui est sur le prolongement de l'axe du système et lui donne une verticalité parfaite, malgré les oscillations continuelles du bâtiment. On conçoit en effet que les faibles inclinaisons subies par l'appareil sont d'autant plus petites que le pendule est plus

long, puisqu'elles se trouvent rédui
rapport de la longueur du pendule a
tore. Comme le montre le pointillé d
ce pendule peut être prolongé au-dess
du plan d'appui de l'instrument.

Quant au courant, il est envoyé dar
moteur comme dans le gyroscope
précédent, au moyen de deux petit
platine, isolées de l'ensemble et plon

ites cuves, circulaires et concentriques, de mercure.

constitué, le nouveau gyroscope n'a edouter ni le tangage, ni le roulis du t se trouve disposé pour corriger la avec sûreté; en de nombreuses con-, en effet, l'aiguille aimantée s'affole : la manœuvre des canons, les temps ora- aurores polaires et surtout à la suite ute de la foudre sur le bâtiment.

le rotation du gyroscope électrique, au contraire, est absolument invariable dans l'espace, et, si on a eu soin de l'orienter, une fois pour toutes, dans une position connue, celle-ci devient un point de repère parfaitement stable.

GYROTROPE. — Ampère a donné ce nom à un commutateur formé d'une sorte de bascule qui plonge alternativement dans quatre godets de mercure, reliés d'une manière convenable aux deux pôles de la source. Nous avons décrit plus haut un appareil analogue (Voy. COMMUTATEUR).

H

PHÉNOMÈNE DE). — Voy. PHÉNOMÈNE DE

ON ÉLECTRIQUE. — Appareil assez é dans lequel la ligne est fixée à un qu'on lance, à l'aide d'un rouage, à nce quelconque. Le poisson, en mor- pât, ferme un circuit contenant un areil électro-magnétique qui tire im- ent la ligne hors de l'eau, et une son- avertit le pêcheur de retirer le sys-

SE ÉLECTRIQUE. — Machine servant le charbon dans les mines et mue par ur électrique, ordinairement une ma- mme (application de la transmission gie).

perry Electric mining machine C° » a en 1889 une haveuse inventée par y et qui donne de très bons résultats. pruntons à la *Revue internationale d'é-* a description de cet instrument.

manivelle agissant sur une tige sert à à détendre un ressort très puissant. pas fixée d'une manière rigide sur oteur, mais disposée de façon à ne s avec lui que lorsque l'effort exercé st contraire à la direction de la rota- ique cette force est renversée et coïn- le sens de la révolution, la manivelle ée de l'arbre et permet à l'outil d'être n avant. La tige est munie d'une fente, que, si l'outil est arrêté dans son tra- t la fin de sa course, la manivelle, en sa force acquise, dépassera l'autre rt et permettra un mouvement de re- ortionnel à la longueur de la tige ; à ce moment, elle fait instantanément corps avec l'arbre moteur en rotation et est obligée de faire immédiatement le reste de sa course. Lorsque ce mouvement est terminé, l'outil est dégagé automatiquement et il se produit un nouveau choc très énergique. Ce système convient parfaitement pour les argiles dures ou la houille et a résisté aux plus forts travaux qu'on lui ait imposés.

« Cet appareil a l'avantage de diminuer considérablement les frais d'installation par rapport aux machines à air. Une dynamo coûtant 4000 francs, installée sur le sol de la halle des machines, remplace une forte machine à air comprimé revenant à 18 000 francs et exigeant des fondations lourdes et dispendieuses. Toute machine à vapeur peut actionner la dynamo ; l'eau serait également une force avantageuse et économique.

« Voici quelques renseignements intéressants fournis par l'inventeur, M. Elmer Sperry.

Force absorbée par la dynamo génératrice pour chaque haveuse.	2,55 chevaux.
Watts fournis par la génératrice..	1579 watts.
Watts transmis au moteur........	1532 —
Longueur du circuit..............	1000 mètres.
Puissance de l'outil..............	1,73 cheval.
Perte dans la transmission........	2,25 volts.
Intensité du courant (courant constant)............................	20 ampères.
Différence de potentiel...........	80 volts.
Rendement du moteur............	80 p. 100.

HÉLICE MAGNÉTISANTE. — Fil isolé enroulé en spirale et parcouru par un courant électrique, de sorte qu'un barreau placé à l'intérieur s'aimante, temporairement s'il est en fer doux, et d'une façon permanente s'il est

en acier. Suivant son sens d'enroulement, l'hélice est dite *dextrorsum* ou *sinistrorsum*.

HÉLIOGRAVURE. — Voy. PHOTOGRAVURE.

HÉMOPHONE. — Appareil électrique qui s'applique à un malade et avertit automatiquement s'il se produit une hémorrhagie.

HOLTZ (MACHINE DE). — Voy. MACHINES ÉLECTROSTATIQUES.

HOLTZ (TUBE DE). — Tube analogue de Geissler, montrant l'influence des sur la direction des courants dans ces ap Ce tube (fig. 400) contient des *soupapes ques*, formées de petits entonnoirs en dont les pointes sont tournées en se traires dans les deux branches. En rel deux électrodes avec une bobine d'in



Fig. 400. — Tube de Holtz.

on constate que la décharge ne traverse qu'un des deux tubes, ou au moins les traverse tous deux très inégalement. Elle passe de préférence du pôle positif au pôle négatif en pénétrant dans les entonnoirs par la pointe.

HOMOLOGUE. — Se dit du pôle qui, dans un corps pyro-électrique, devient positif par une élévation de température et négatif par un refroidissement. L'autre pôle est appelé *antilogue*.

HORLOGE ÉLECTRIQUE. — Horloge dont le mouvement est produit ou régularisé par l'électricité. L'électricité peut agir dans ces appareils de plusieurs manières différentes.

Horloges mues par l'électricité. — Dans les horloges les plus simples, le moteur mécanique, poids ou ressort, est complètement supprimé : c'est l'énergie fournie par la pile elle-même qui entretient le mouvement du balancier et par suite celui du mécanisme entier. On obtient ainsi des appareils relativement simples et fonctionnant d'une manière continue, sans avoir besoin d'être remontés, jusqu'à l'épuisement de la pile.

Dans certains modèles, le mouvement du pendule lance, puis interrompt, à intervalles réguliers, un courant qui fait monter un petit contre-poids d'une hauteur déterminée. Ce poids, retombant chaque fois de la même hauteur, communique au mécanisme une impulsion toujours identique. Dans d'autres systèmes, l'action du courant est utilisée pour bander un ressort d'une quantité toujours la même.

Enfin, dans le modèle représenté par la figure 401, un électro-aimant, placé à gauche du balancier, qui porte à la partie inférieure une traverse de fer doux, l'attire de ce côté il est animé par le courant; lorsqu'au c le circuit est interrompu, le pendule, e par la pesanteur, fait une oscillation



Fig. 401. — Horloge électrique à demi-seconde

droite. Le balancier lui-même comma moment convenable le mouvement de rupteur qu'on voit auprès de l'électro-

Les dispositions de ce genre servent à construire des appareils simplifiés : e l'inconvénient d'utiliser sans cesse l'éne la pile, qui par suite s'use assez rapidem

Nous citerons cependant le régulat

ombard qui se fait remarquer par une con-
ction très simple; il esț fondé sur un pri-u

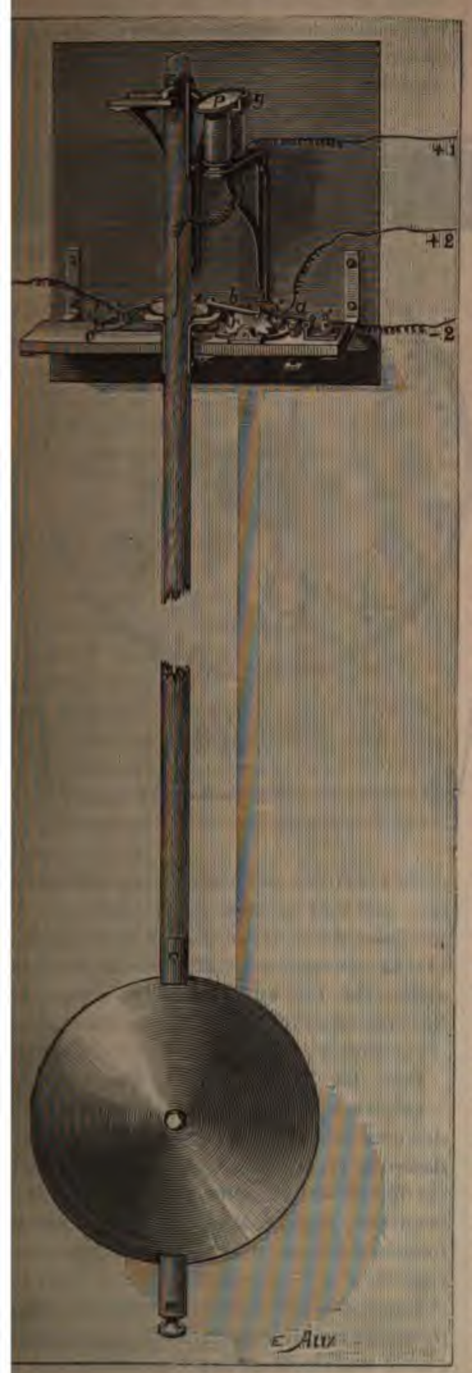


Fig 402. — Régulateur Lombard.

nalogue et sert à la distribution de l'heure.
compose d'un pendule, d'environ 1 mètre de longueur, monté sur couteaux en acier (fig. 402), dont le mouvement est entretenu par un petit électro-aimant, et qui distribue l'heure à des cadrans en nombre quelconque, en lançant des courants toutes les 20 secondes.

Pour entretenir le mouvement, le pendule porte, vers le haut de sa tige, une petite cuvette *g*, percée à jour, et renfermant une armature de fer doux *p*.

Le courant d'une pile de deux éléments au sulfate de cuivre passe par le fil + 1, traverse l'électro-aimant, file le long de la tige du balancier et vient à l'interrupteur *c*, pour passer en *d* et retourner par — 1 à la pile.

Le pendule étant lancé, le courant ne passe que juste au moment où l'électro-aimant est à 2 millimètres environ de l'armature, lorsque le petit doigt *c* est en contact avec la partie inférieure du plan incliné *d*. Cette attraction rend au pendule, à chaque oscillation, la force vive qu'il a perdue à l'oscillation précédente.

L'appareil pour la distribution de l'heure se voit à droite de la figure. Un doigt mobile *b* actionne un rochet de 10 dents portant une touche qui, à chaque tour du rochet, c'est-à-dire toutes les 20 secondes, fait communiquer les bornes + 2 et — 2 et lance le courant de piles Leclanché dans tous les cadrans récepteurs. L'aiguille de ces appareils, analogues à des récepteurs de télégraphes, avance alors d'un tiers de minute.

Enfin la remise à l'heure peut se faire très simplement à une heure quelconque de la journée, en lançant un courant électrique qui actionne un doigt *b* venant arrêter, à tous les cadrans, l'aiguille des minutes juste sur l'heure. Quand on interrompt le courant, les aiguilles repartent toutes ensemble.

Horloges régularisées par l'électricité. — Dans les horloges de précision, on se contente d'ordinaire d'employer l'électricité à régulariser le mouvement, les plus petites différences de durée d'oscillation étant appréciables dans ces instruments. On obtient une régularité très satisfaisante par le procédé suivant : les oscillations du balancier allant, comme on sait, en diminuant d'amplitude, lorsqu'elles ont atteint une valeur minimum fixée d'avance, le balancier lui-même lance un courant dans un électro-aimant qui l'attire et lui fait reprendre sa déviation primitive.

Tel est le principe de l'horloge de M. Hipp. Le pendule porte à sa partie inférieure une traverse horizontale de fer doux et au-dessous une petite languette, mobile autour d'un axe

horizontale qui le termine à la partie supérieure.

Sur le socle est placé, en dehors du plan de symétrie, un électro-aimant dont les deux bobines sont verticales. Entre ces deux bobines est placée une lame de ressort horizontale, fixée à l'une de ses extrémités. L'autre extrémité est libre ; à l'état normal elle se relève légèrement et s'appuie sur la pointe d'une vis isolée ; lorsqu'elle s'abaisse un peu sous l'action du pendule, elle vient toucher le sommet d'une tige métallique et ferme un circuit qui contient une pile et l'électro-aimant. Pour que ce contact se produise, le ressort porte sur sa face supérieure une pièce de métal présentant deux encoches.

A chaque oscillation, la languette qui termine le pendule touche cette pièce métallique; mais, tant que l'amplitude est assez grande pour que le pendule la dépasse, la languette s'infléchit et glisse sur elle sans appuyer. L'amplitude diminuant, il arrive un moment où l'oscillation se termine au-dessus de cette pièce métallique; l'extrémité de la languette s'arrête dans une des encoches, et cette languette, se redressant au moment où le mouvement du pendule change de sens, appuie sur le ressort et ferme le circuit. L'électro-aimant attire alors la traverse de fer doux du balancier et donne à celui-ci une nouvelle impulsion.

Transmission de l'heure par l'électricité.— Il se présente souvent dans la pratique un problème plus compliqué ; au lieu d'une seule horloge indépendante, on a un certain nombre d'horloges qui doivent marquer la même heure. Plusieurs systèmes peuvent être employés pour obtenir ce résultat. Ainsi l'on peut disposer en un point une horloge dont la marche est aussi parfaite que possible, qui sert de régulateur et envoie automatiquement, par exemple toutes les secondes ou toutes les minutes, un courant dans un ou plusieurs circuits. Ces courants traversant un ou plusieurs appareils, ressemblant plus ou moins à un récepteur de télégraphe à cadran, et font avancer dans chaque appareil l'aiguille des minutes de l'angle voulu. Une minuterie ordinaire entraîne l'aiguille des heures.

Tel est l'appareil représenté figure 403, qui peut s'appliquer dans un socle de pendule ordinaire ou se fixer, comme on le voit ici, sur une plaque de verre qui permet de l'éclaire par derrière pendant la nuit. Le courant, lanc toutes les minutes par une horloge régulatric passe dans les électro-aimants E, qui attire alternativement l'armature A, mobile auto d'un axe horizontal. L'extrémité inférieure d

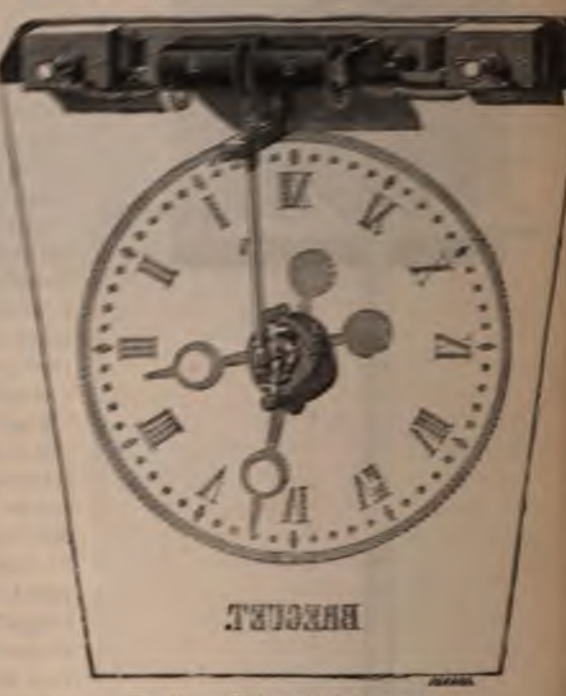


Fig. 403. — Horloge répétitrice à minutes.

cette armature se termine par une fourchette qui, pendant ce mouvement, agit, par l'intermédiaire d'une ancre *a'*, sur une roue à roche placée au centre du cadran et qui commande la minuterie. Cet appareil est en usage à Lyon où chaque cadran est fixé sur l'une des vitre d'une lanterne à gaz.

Dans les horloges de M. Thomas, l'horlog régulatrice envoie, toutes les demi-minute des courants alternativement de sens contrair dans les récepteurs. Chacun de ces récepteur est formé d'un électro-aimant, dont les deu branches, placées horizontalement sur le pro longement l'une de l'autre, ont leurs pôles e regard.

Entre ces pôles peut tourner un aimant e forme de S, qui commande la minuterie. Lors que le transmetteur lance un courant, les pôle de l'aimant viennent se placer devant ceux d l'électro, de sorte que les pôles contraires soien en présence, et l'aimant reste dans cette pos tion. Au bout d'une demi-minute, un couran

ontraire est lancé dans l'électro, dont changent de signes. L'aimant est alors et fait une demi-révolution. Une demi-près, un nouveau courant rendant à sa première polarité, l'aimant fait tour en sens contraire. Des buttoirs dans chaque cas, l'excursion de l'ai-nt les oscillations font marcher la .

à l'heure par l'électricité. — Le plus u lieu d'un récepteur mû uniquement ricité, et qui risque de s'arrêter, si ontact ne s'établit pas régulièrement, placer à chaque station une horloge qui pourrait à elle seule donner vec une exactitude suffisante, même ibution électrique venait à se trouver ue. L'électricité n'est plus employée as que pour ramener, à intervalles plus ou moins longs, une concordance tre les diverses horloges et le régula-ipal. Cette disposition donne ordinai-es résultats un peu moins exacts, n'est pas exposé à se voir privé de cation, si l'oxydation d'un contact ou ce de quelques grains de poussière rêter le courant.

nistration municipale a fait établir ille de Paris des horloges, actuelle-nombre de 15, qui sont reliées électri-à une horloge de précision placée à toire, de manière à marcher synchro-t avec elle.

stribution possède à la fois les avan-système de transmission que nous décrire, et ceux du système de re-eure que nous allons exposer, car les s sont des horloges ordinaires, qui t continuer à marcher sans le secours ricité, et, d'autre part, la remise à faisant toutes les secondes, les indi-ont aussi exactes qu'avec les appa-édents.

che de l'horloge régulatrice est chaque d'accord avec les observations astro-, en plaçant de petits poids dans une e à la tige du pendule ou en les enle-vant que l'horloge avance ou retarde. art le pendule porte, de chaque côté , qui est conductrice, un bras métal-acun de ces bras vient, à chaque oscil-ucher, pendant un instant très court, es de platine, fixées à une traverse le; ce contact ferme un circuit et en-ourant dans les horloges réceptrices. Une seule lame suffirait pour établir le contact; il y en a trois par précaution, et pour qu'on puisse au besoin nettoyer chacune d'elles, sans arrêter la marche de l'appareil.

Les horloges réceptrices sont disposées pour avancer d'une très petite quantité, $\frac{1}{4320}$ de seconde par oscillation, sur l'horloge principale. Leur balancier se termine par une traverse de fer doux, au-dessous de laquelle sont disposés deux électro-aimants verticaux, placés de part et d'autre du plan de symétrie. Cette horloge reçoit du régulateur un courant à chaque seconde; ce courant est lancé alternativement dans chacun des deux électro-aimants, qui attirent la traverse de fer doux et retardent légèrement le mouvement du pendule, de manière à le remettre en parfait accord avec l'horloge type.

Souvent on ne recherche pas une précision aussi grande. Dans certains appareils, le courant, lancé à midi précis par le régulateur, a pour effet de soustraire, dans toutes les horloges, les deux aiguilles à l'action du mécanisme pendant un instant très court, et de les ramener toutes deux sur la verticale, quel que soit le sens de la différence, avance ou retard. Dans d'autres dispositions au contraire, les balanciers de toutes les horloges sont un peu plus courts que celui du régulateur, de sorte qu'elles sont toutes un peu en avance, mais d'une quantité variable. Ces horloges sont reliées au régulateur par un circuit sur lequel elles sont montées en dérivation: chacune de ces dérivations est ouverte, et le circuit principal l'est aussi au régulateur. Quelques minutes avant midi, celui-ci ferme le circuit principal, ce qui n'a aucun effet sur les horloges, puisque les dérivations restent ouvertes. Mais, à mesure que chacune d'elles arrive à midi, elle ferme sa propre dérivation, et le courant qui la traverse arrête son mécanisme tout en laissant le balancier battre librement. Toutes les horloges s'arrêtent donc successivement, suivant qu'elles ont plus ou moins d'avance sur le régulateur. Quand le régulateur marque midi à son tour, il ouvre le circuit principal et interrompt le courant; toutes les horloges repartent au même instant et indiquent alors exactement la même heure que l'horloge type.

La figure 404 montre les parties essentielles de ce mode de remise à l'heure, à droite le régulateur avec sa pile et à gauche une des horloges auxiliaires montée en dérivation sur le circuit principal. Lorsqu'une de ces horloges

arrive à midi, elle ferme sa dérivation en amenant au contact les deux pièces d'un commutateur, et, comme le circuit principal est déjà fermé par le régulateur, le courant traverse

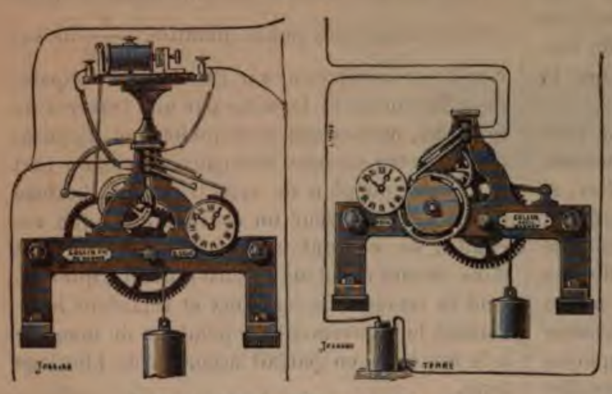


Fig. 404. — Remise à l'heure par l'électricité.

l'électro-aimant placé au haut de la figure; celui-ci attire son armature, qui porte un levier muni à l'extrémité inférieure d'une goupille qui vient s'engager dans une roue dentée et arrête le mécanisme, le balancier continuant à osciller. Quand le régulateur marque midi, il ouvre le circuit principal; les électros abandonnent leurs armatures et toutes les horloges repartent.

Il existe aussi des dispositions du même genre qui empruntent pour quelques instants, au moment du réglage, les fils d'une ligne télégraphique déjà existante et rétablissent automatiquement les communications dès qu'il est terminé. On peut même utiliser encore le réseau pour l'envoi d'un signal d'alerte en cas d'incendie.

Les horloges des chemins de fer de l'Est sont remises à l'heure par un système analogue, étudié par MM. G. Dumont et Henry Lepaute, et qui utilise les fils télégraphiques pendant cinq minutes toutes les douze heures, ce qui ne peut gêner en rien le service des dépêches.

Il faut pour cela isoler les appareils télégraphiques au moment voulu et relier en même temps les horloges avec la ligne. Dans ce but, chaque horloge de gare est munie d'un commutateur formé d'un électro-aimant, dont l'armature porte deux ressorts isolés, communiquant avec les fils de ligne. En temps normal, les ressorts touchent deux buttoirs reliés au poste télégraphique, et l'échange des dépêches peut s'effectuer. A douze heures moins trois minutes, un organe mû par l'horloge et décrit plus loin ferme le circuit d'une pile locale sur l'électro, qui attire son armature; les ressorts quittent les premiers butoirs venir au contact de deux autres; le poste graphique se trouve ainsi isolé tant que le courant local, c'est-à-dire pe cinq minutes.

C'est une horloge spéciale, p à Paris et parfaitement régula qui remet à l'heure les horlog réseau, au moyen de la dispo représentée (fig. 405). La rou commandée par cette horloge, fa tour en une heure; la goupille donc toutes les heures sur les le *a* et *b* destinés à fermer le circu la pile P sur la ligne télégraph Ces deux leviers forment un co tateur système Madeleine, qui pe de fermer et d'ouvrir un circu moment voulu, et pendant une très précise. La goupille *g* so d'abord les deux leviers, qui ont une lon un peu différente; la roue R continuan mouvement, le levier *b*, dont le bras est le court, échappe le premier et tombe sur le toir B, ce qui le met en contact avec le ress une minute après, le levier *a* échappe tour et, comme son extrémité est garnie matière isolante *i* et que sa longueur est u plus grande, il écarte le ressort *r* du le et interrompt le courant.

Mais il faut remarquer que la ferm produite par ce commutateur n'est utile l'armature A est au contact du buttoir *h*, cette armature A est attirée par l'él aimant E. Or cette attraction n'a lieu que les douze heures, lorsque le commutateu identique à *ab*, ferme le circuit de la locale P', sous l'action du limaçon formé roue S, qui fait un tour en 12 heure fermeture ainsi réalisée dure cinq mi ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Les horloges réceptrices sont muni commutateur décrit plus haut, qui est act par une pile locale de la même façon que de l'horloge distributrice. A 11 h. 59 mi cette pile envoie, comme nous l'avons courant de 60 secondes qui traverse l'éle (fig. 406), et tend à attirer l'armature au-dessus; mais celle-ci ne peut obéir traction que lorsque l'extrémité du lev tombe dans l'encoche du limaçon C, c dire lorsque l'horloge réceptrice marque res juste. Elle entraîne alors le levier retient par son crochet la goupille *g*

la fourchette F; cette dernière se trouve téé et l'horloge reste à 12 heures jusqu'à ue, le courant cessant de passer dans :tro E, le ressort relève l'armature et dé- la goupille g. A ce moment précis, l'horloge distributrice et les réceptrices marquent toutes 12 heures exactement et ces dernières se remettent en marche.

On ne peut corriger ainsi qu'une avance de 2 minutes par jour; les régulateurs qui varie-

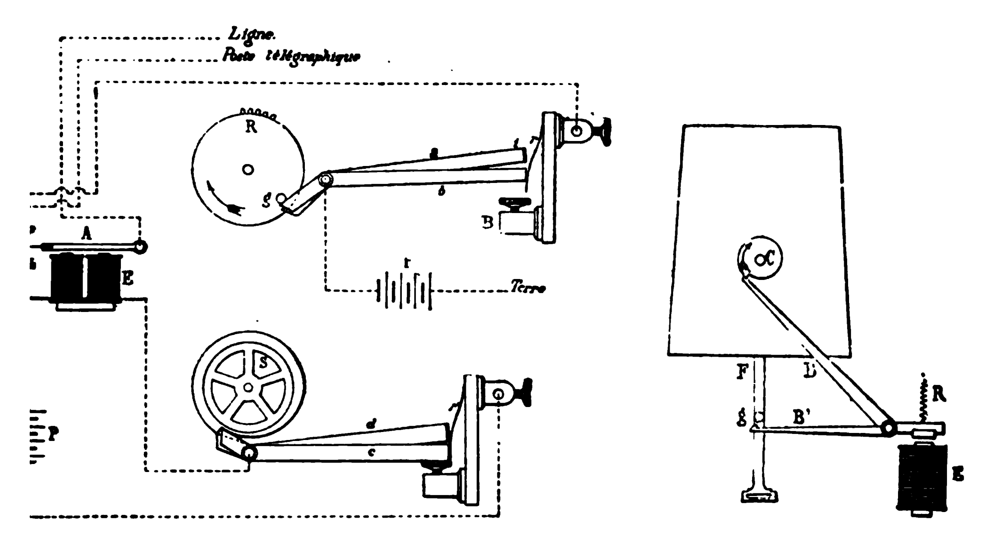


Fig. 405. — Mécanisme de l'horloge distributrice. Fig. 406. — Mécanisme d'une horloge réceptrice.
(Figures communiquées par MM. G. Dumont et Henry Lepaute.)

t davantage seraient retirés du service. réalité, la ligne est reliée à l'armature A pas directement, comme le suppose le na de la figure 405, mais par l'intermé- : d'un commutateur de sûreté (fig. 407), ıé à assurer les communications dans le

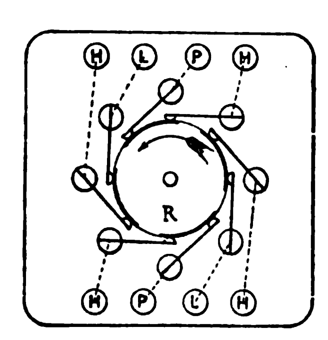


Fig. 407. — Commutateur de sûreté.

'arrêt ou de dérangement de l'horloge. un disque isolant R, portant sur sa circonférence des lames métalliques qui font comquer les frotteurs qui appuient sur elles. :mps normal, les lignes communiquent le poste télégraphique par le commutateur senté ci-dessus; mais si l'on fait faire $\frac{1}{8}$ de tour à la roue R, les lignes sont reliées directement à ce poste et le commutateur de l'horloge est hors circuit.

La figure 408 montre le schéma général des communications électriques établies pour la remise à l'heure entre les gares de Paris, Troyes et Vesoul. Ce système fonctionne depuis 1887 sans interruption.

La figure 409 représente une horloge destinée à l'Hôtel de Ville de Paris, et offerte à la Ville par la maison Henry Lepaute. Elle a 3 mètres de longueur et 2,70 m. de hauteur. Son mouvement est réglé par un pendule compensateur qui fait 3,000 oscillations par heure. La remise à l'heure est due à un système automatique, imaginé par MM. Rédier et G. Tresca, qui corrige également l'avance et le retard.

Ce système se compose d'un pendule additionnel oscillant en même temps que le premier, mais suspendu par une corde enroulée autour d'une poulie P (fig. 410), qui peut tourner dans un sens ou dans l'autre, suivant qu'elle est actionnée par l'un ou l'autre des deux rouages à ressort RR' placés de chaque côté, et terminés par les volants VV'.

Un électro-aimant E, placé au-dessus de la cage de l'appareil, porte une palette terminée par une pièce qui, au repos, arrête les deux

volants, et les abandonne lorsqu'un courant traverse l'électro.

Autour d'un axe, placé un peu au-dessous de celui de la poulie, peut osciller un levi(terminé à la partie supérieure par une piè forme de T; sur laquelle viennent butte

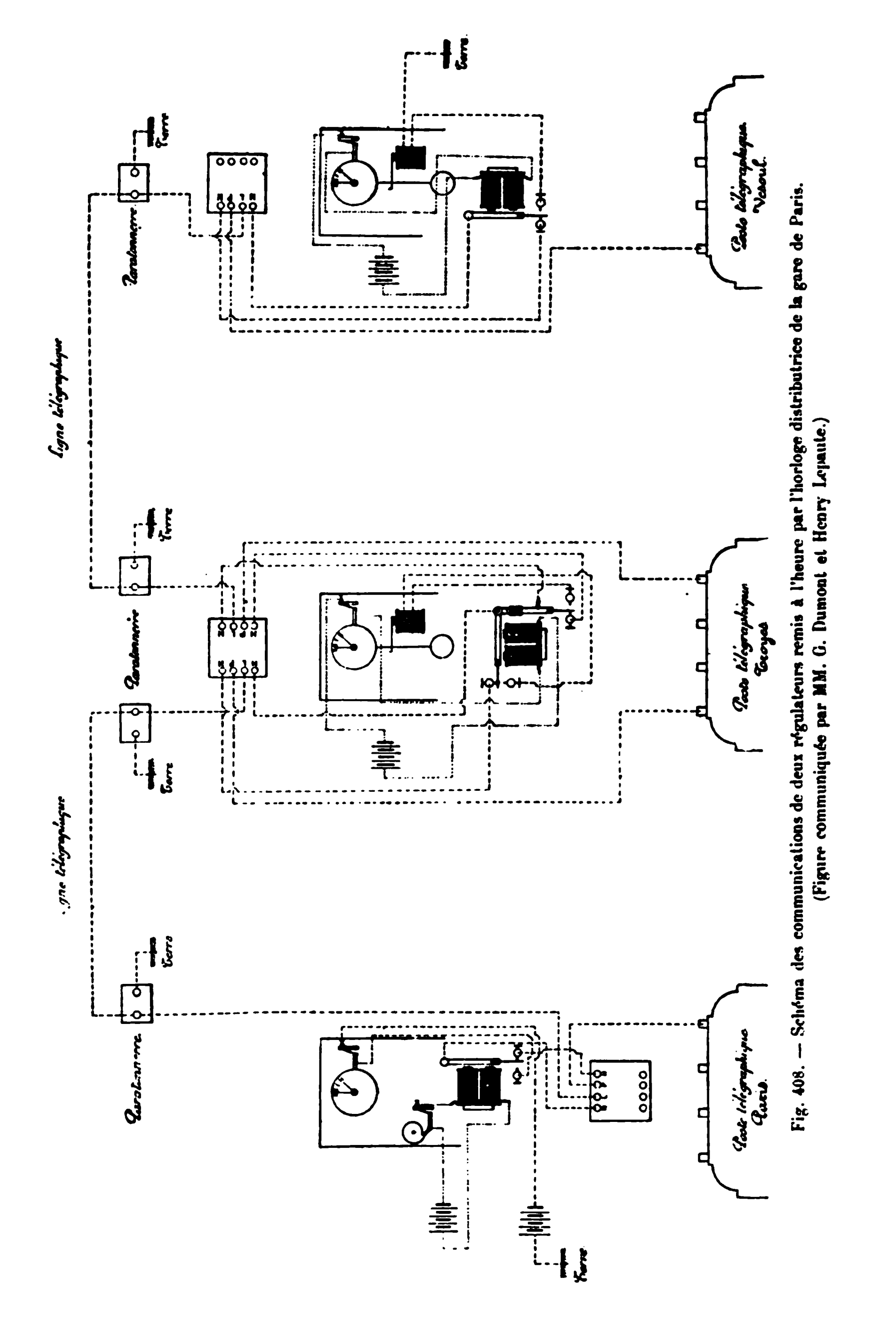


Fig. 408. — Schéma des communications de deux régulateurs remis à l'heure par l'horloge distributrice de la gare de Paris. (Figure communiquée par MM. G. Dumont et Henry Lepaute.)

deux volants VV', lorsque le levier L est parfaitement vertical. Ce levier vient s'appuyer par son extrémité inférieure sur une roue A munie d'une entaille, et qui fait exactement un tour par heure, lorsque l'horloge est bien réglée.

Toutes les heures, l'horloge type e(dans l'électro E un courant qui dure 30 condes : il commence à 57,5 minutes et ce 58 minutes. A ce moment l'entaille de la ro rencontre l'extrémité du levier L, dont la

en T s'incline et abandonne l'un des rouages, qui tourne pendant 15 secondes. Au bout de ce temps, le levier L, remontant sur la roue A, vient arrêter le volant en mouvement et dégage l'autre pendant les 15 secondes suivantes. La poulie P tourne donc pendant 15 secondes dans un sens, et pendant les 15 secondes suivantes en sens contraire. Si le premier mouvement a fait descendre le pendule additionnel d'une certaine quantité, le second l'a fait remonter d'une quantité égale, et l'horloge n'est pas déréglée.

Si l'horloge est en retard, l'entaille de A rencontre le levier L un certain temps après l'émission du courant ; l'un des rouages tourne plus longtemps que l'autre, et le pendule additionnel remonte plus qu'il ne descend, ce qui fait avancer l'horloge. L'effet inverse se produit si l'horloge avance.

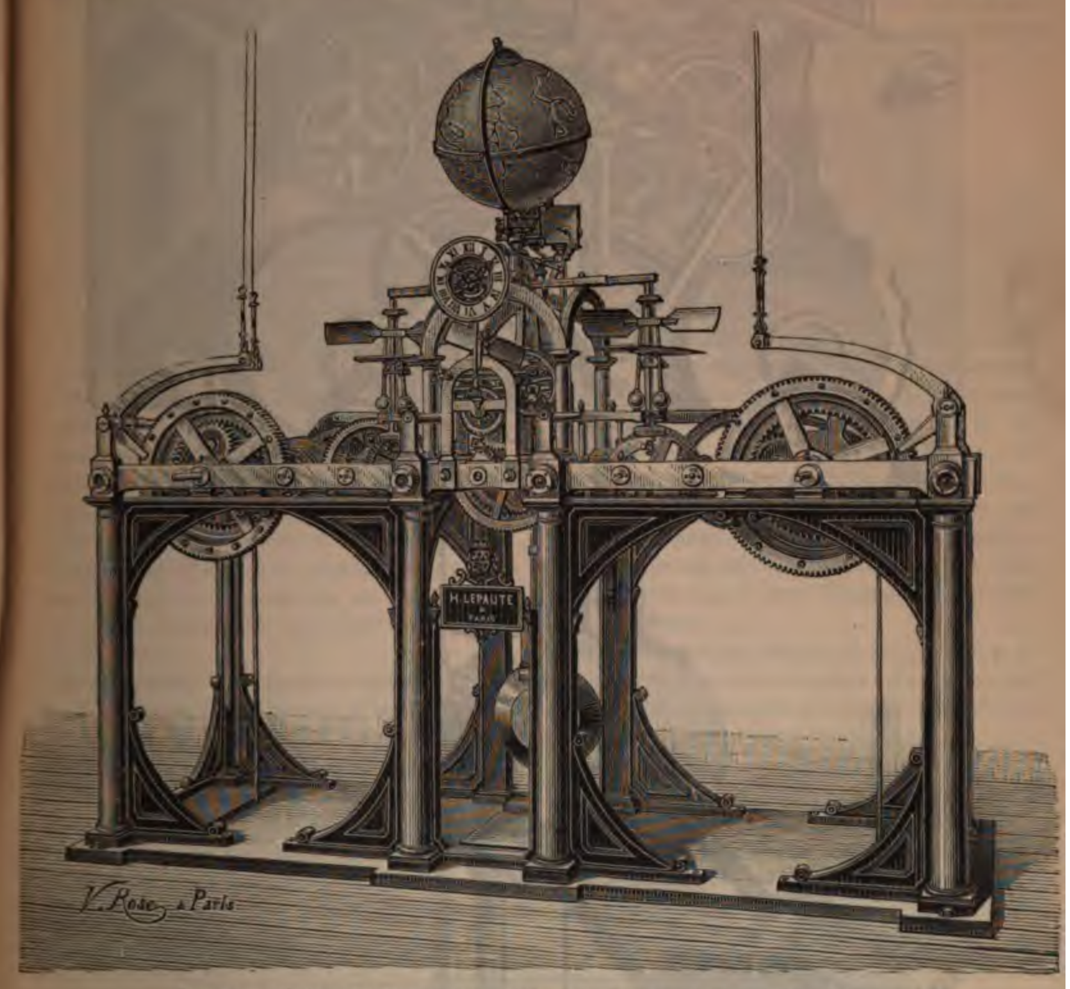


Fig. 409. — Horloge de l'Hôtel de Ville de Paris, construite par la maison Henry Lepaute.

L'horloge de l'Hôtel de Ville est pourvue en outre d'un distributeur électrique qui envoie toutes les 30 secondes un courant dans un certain nombre de cadrans récepteurs placés à distance ; un autre distributeur envoie toutes les heures un courant destiné à remettre à l'heure d'autres horloges. Enfin l'horloge transmet l'heure au cadran extérieur de l'Hôtel de Ville. Au-dessus du mouvement est placé un globe terrestre orienté suivant l'axe du monde et qui fait connaître l'heure d'un point quelconque de la terre.

HORTICULTURE ÉLECTRIQUE. — M. W. Siemens a reconnu que la lumière électrique est efficace pour produire de la chlorophylle dans

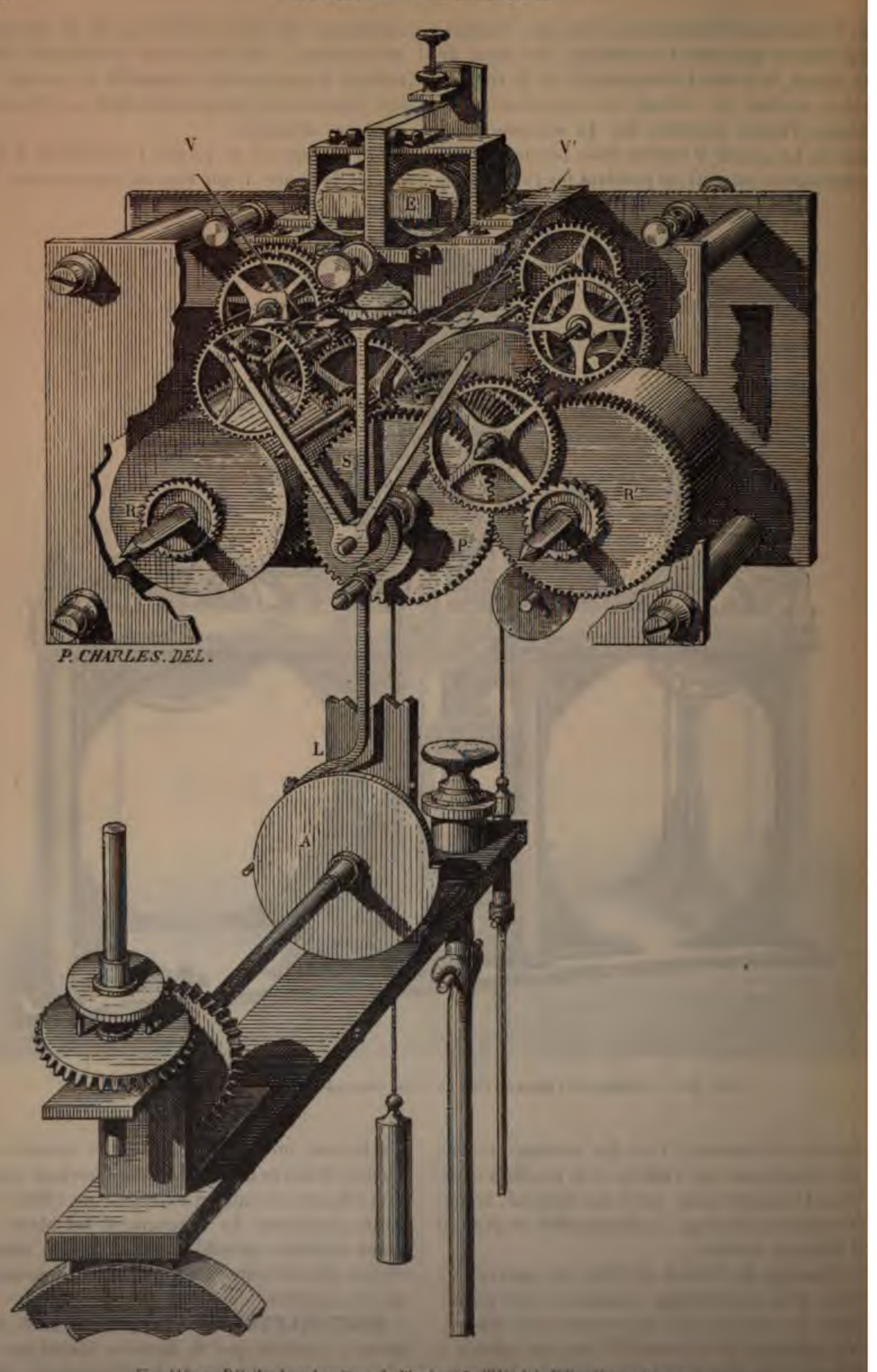


Fig. 416. — Détails du mécanisme de l'horloge de l'Hôtel de Ville (Henry Lepaute)

es des plantes et avancer leur crois-
y aurait donc avantage à soumettre
tes pendant le jour à la lumière
pendant la nuit à la lumière électrique.
nt des sources naturelles d'énergie, les
rraient être modérés. Des expériences
s ont été faites à l'exposition de 1881.

-ÉLECTRIQUE (PHÉNOMÈNE). — Imita-
principaux phénomènes électriques et
ues, faite par M. Bjerkness et par
rme à l'aide de l'eau.

électrique (Pile). — Pile dans laquelle
ité est due à l'action chimique d'un
ur un métal.

GÈNE ÉLECTROLYTIQUE. — Hydro-
nu par l'électrolyse de l'eau.

MÉTROGRAPHE. — Appareil indi-
variations du niveau d'eau. Il se com-
n flotteur dont les mouvements sont
à un cylindre isolant qui tourne au-
on axe, et porte sur sa circonférence
s saillies métalliques de différentes
s. Pendant la rotation, ces saillies
ent successsivement une pointe métal-
e contact envoie dans un récepteur
ique de Morse un courant dont la
t proportionnelle à la longueur des
métalliques. On obtient ainsi des points
iquer les centimètres, de petits traits
décimètres et des traits plus longs
mètres.

PHONE. — Appareil téléphonique ap-
r M. Pares d'Altona à la recherche des
s les conduites d'eau. On promène au-
e la conduite un cylindre vertical,
une substance élastique, conduisant
on, et sur le haut duquel est fixé un
ne. Le circuit comprend en outre une
, un récepteur téléphonique et un in-
r analogue à un bouton de sonnerie.

HYDROSTATIMÈTRE. — Indicateur de niveau d'eau. L'eau produit un courant positif en montant et négatif en descendant; ces courants font mouvoir une aiguille dans un sens ou dans l'autre.

HYPNOSCOPE. — Aimant ayant la forme d'un tube cylindrique fendu suivant une génératrice, et employé par le Dr Ochorowicz pour mesurer la sensibilité hypnotique (fig. 411). D'après

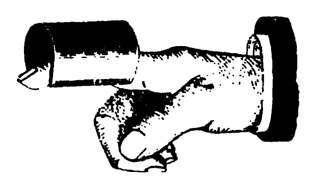


Fig. 411. — Hypnoscope.

M. Ochorowicz, cette sensibilité serait en quelque sorte proportionnelle à l'action de l'aimant. Le sujet place le doigt pendant deux minutes dans l'aimant, de manière à toucher à la fois les deux pôles. Environ 30 personnes sur cent éprouvent des effets plus au moins intenses.

HYPNOTISME. — En faisant passer des courants voltaïques ou faradiques d'une main à l'autre chez un sujet hypnotisé, on peut quelquefois faire cesser immédiatement le sommeil et la catalepsie.

Par l'action d'un aimant, le Dr Charcot a pu faire passer d'un côté du corps à l'autre un état d'hypnose unilatéral ou d'hypnose bilatérale de caractère différent pour chaque côté.

HYSTÉRÉSIS. — Nom donné par M. Eving à la propriété du fer doux par suite de laquelle l'aimantation ne dépend pas seulement de la valeur actuelle du champ, mais aussi des actions magnétisantes subies antérieurement.

HYSTÉROMÈTRE. — Excitateur employé

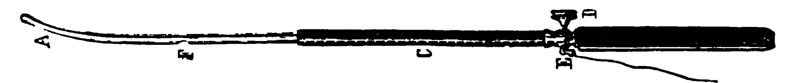


Fig. 412. — Hystéromètre.

Apostoli pour l'électrolyse de l'utérus,
et qui se compose d'une tige de pla-
égée sur une partie de sa longueur
anchon isolant et destinée à être in-
ans la cavité utérine. Cette tige com-
le plus souvent avec le pôle positif de
pôle négatif est relié avec une large
plaque de terre glaise appliquée sur les parois abdominales. Ces deux électrodes étant en place, on fait passer sans secousse un courant assez fort, pouvant s'élever à 100, 200 et même 250 milliampères. Cette méthode a été appliquée en particulier au traitement des fibromes utérins.

I

IDIOÉLECTRIQUE. — Nom sous lequel on désignait autrefois les corps qui s'électrisent par le frottement, et qu'on nomme aujourd'hui isolants ou diélectriques.

IDIOSTATIQUE. — Se dit de la méthode de mesure des potentiels par l'électromètre absolu.

IMAGE ÉLECTRIQUE. — Syn. de *figure électrique*. (Voy. FIGURES DE LICHTENBERG et FIGURES RORIQUES.)

IMPRESSION PAR L'ÉLECTRICITÉ. — M. Boudet de Pàris place sur une feuille d'étain une lame de verre, puis une médaille enduite de plombagine ; on peut aussi interposer entre le verre et la pièce un morceau de toile ou de bois. En chargeant ce petit condensateur avec une machine de Voss et le déchargeant ensuite, on constate que la plombagine a été transportée par le courant sur l'étoffe ou sur le bois et y produit une image très fine de l'objet métallique. En remplaçant la plaque de verre par une glace au gélatino-bromure d'argent et en supprimant l'étoffe, on obtient de la même manière la photographie de la médaille.

INCANDESCENCE. — Éclairage par un filament de substance réfractaire et de grande résistance porté à une température élevée. Si R est la résistance du filament, I l'intensité du courant, l'énergie absorbée par ce conducteur en un temps t est

$$RI^2t$$

et la quantité de chaleur dégagée est

$$Q = \frac{RI^2t}{J}. \qquad (1)$$

J étant l'équivalent mécanique 4,17. En appelant ε la différence de potentiel entre les deux bouts du filament, on peut écrire encore

$$Q = \frac{\varepsilon It}{J}, \qquad (2)$$

car

$$I = \frac{\varepsilon}{R}.$$

Enfin on sait qu'un courant d'intensité I débite I coulombs par seconde; It représente donc le nombre C de coulombs qui ont traversé l'appareil en ce temps et l'on a

$$Q = \frac{C\varepsilon}{J}.$$

En une seconde, la quantité de chaleur dégagée est

$$q = \frac{\varepsilon I}{J} = \frac{c\varepsilon}{J}.$$

Il est évident que l'on obtiendra, toutes choses égales d'ailleurs, une élévation de température et par suite un pouvoir éclairant d'autant plus considérable que la chaleur dégagée en une seconde sera plus grande : il y aura donc intérêt à augmenter le produit $I\varepsilon$. C'est pourquoi l'on appelle *puissance* d'une lampe à incandescence le produit de la différence de potentiel en volts aux deux extrémités du filament par l'intensité du courant en ampères. Cette puissance est exprimée en *volt-ampères* ou *watts*.

Il résulte de là qu'on connaît la puissance d'une lampe électrique lorsqu'on a déterminé l'intensité du courant qui lui convient, et la différence de potentiel qui existe entre ses extrémités lorsqu'elle est parcourue par ce courant. Remarquons du reste que la connaissance de l'intensité et de la résistance de la lampe permettent de calculer facilement la différence de potentiel.

Les équations (1) et (2) permettent de calculer la température atteinte par un filament de résistance connue dans des conditions déterminées. Il y a d'ailleurs avantage à élever autant que possible cette température, car, en passant par exemple de 1000 à 1200° C., le pouvoir éclairant augmente dans le rapport de 1 à 40.

Influence de la nature du conducteur. — Pour qu'un conducteur présente une résistance suffisante et qu'il s'échauffe facilement, il convient évidemment qu'il soit d'un faible diamètre. Les métaux et le charbon sont les conducteurs employés d'ordinaire, et peuvent se prêter à cette condition : on a construit tout d'abord des lampes à incandescence à filament de charbon ou de platine, mais ce dernier n'a pas tardé à être abandonné, car le charbon présente sur

ici de nombreux avantages. Il est infusible, tandis que le platine en fil fin fond assez facilement. Il est moins conducteur, de sorte qu'à égalité de dimensions et d'intensité il dégage une plus grande quantité de chaleur. Il a une plus faible chaleur spécifique et par conséquent s'échauffe davantage pour une même quantité de chaleur. Enfin, à la même température, il a un plus grand pouvoir rayonnant et par suite il est plus lumineux que le platine. L'iridium et le platine-iridium ont aussi été essayés sans plus de succès que le premier métal.

Les charbons employés aujourd'hui sont généralement d'origine végétale : on les porte dans des moules à une haute température pour les rendre plus solides et moins combustibles. Nous indiquerons, à l'article LAMPE, les parties principales de cette fabrication.

Dimensions des filaments de charbon. — Le diamètre des filaments de charbon employés varie d'un système à l'autre : il doit dépendre en effet de la résistance du filament, qui varie elle-même avec sa nature, et de l'éclat lumineux qu'on veut obtenir pour une intensité de courant donnée. La forme ronde est généralement préférée à la forme carrée, parce qu'à égalité de surface extérieure elle offre une plus grande résistance. Quant à la longueur, elle augmente évidemment avec l'intensité lumineuse que doit donner la lampe.

Les filaments des lampes Edison présentent une section de 0,3 mm, sur 0,1 mm. et une longueur de 110 millimètres pour une intensité de 10 bougies et de 125 millimètres pour une intensité de 16 bougies. Ceux des lampes Maxim de 16 bougies ont une longueur de 113 millimètres et une section de 0,5 mm. sur 1 millimètre. On peut conserver le même éclairement en faisant varier la longueur et la section, pourvu que la surface extérieure reste constante. Les charbons minces et longs sont évidemment plus exposés à la rupture.

Ordinairement il est préférable, à égalité d'intensité lumineuse, de diminuer l'intensité et d'augmenter la différence de potentiel, car, lorsqu'on double l'intensité, il faut quadrupler la section des conducteurs. Les équations (1) et (2) montrent qu'il faut alors augmenter la résistance des lampes.

Les lampes à faible résistance ne sont avantageuses que montées en série; mais il faut alors mettre en dérivation sur chaque lampe une résistance équivalente qui entre automatiquement dans le circuit quand la lampe s'éteint; il n'existe actuellement qu'un très petit nombre de systèmes de lampes à faible résistance, notamment les systèmes Bernstein et Heisler.

Incandescence dans l'air et dans le vide. — Seule parmi toutes les lumières artificielles, la lumière électrique n'est pas due à une combustion, mais seulement à une forte élévation de température ; elle n'a donc aucun besoin de contact de l'air et peut se produire aussi bien dans un gaz inerte et même dans le vide. On a fait cependant des lampes à incandescence dans l'air libre. Mais dans ce cas le charbon, porté à une haute température, brûle rapidement, et il devient indispensable, si l'on veut avoir de la lumière pendant quelques heures, d'employer des baguettes d'une assez grande longueur et d'un diamètre assez fort. De là la nécessité de se servir d'appareils compliqués et de renouveler souvent les charbons. Ces difficultés ont fait abandonner complètement l'incandescence à l'air libre.

On a essayé aussi d'enfermer de petites baguettes de charbon dans un gaz inerte, mais il est aussi simple et plus avantageux de les placer dans le vide : c'est ce qu'on fait toujours actuellement. La pression de l'air qui reste dans ces lampes est inférieure à $\frac{1}{100}$ de millimètre de mercure à froid et ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de millimètre à chaud.

Couleur de la lumière par incandescence. — La lumière émise par les filaments de charbon est riche en radiations rouges et jaunes ; elle est cependant moins rouge que la lumière du gaz, mais elle s'en rapproche beaucoup plus que celle de l'arc voltaïque.

Rendement optique des lampes à incandescence. — Nous avons donné plus haut la mesure de l'énergie dépensée dans une lampe sous forme de chaleur, mais la plus grande partie de cette énergie ne donne naissance qu'à des rayons calorifiques obscurs, et l'effet lumineux n'est dû qu'à la plus petite portion. On appelle *rendement optique* le rapport entre la quantité d'énergie transformée en radiations lumineuses et la quantité totale dépensée dans la lampe. Ce rendement varie évidemment avec la nature et la préparation du filament : il est du reste toujours très faible et compris entre 4 et 6 p. 100. Malgré sa faible valeur, il est encore plus grand que celui des autres sources artificielles : ainsi le rendement d'une flamme de gaz est de 4 p. 100, celui d'une lampe à huile 3 p. 100. L'arc voltaïque est la source qui donne le rendement le plus élevé, car il est égal à 10 p. 100.

Durée des lampes à incandescence. — La durée moyenne des lampes dans l'état actuel de leur fabrication est d'environ mille heures, pourvu que la marche soit bien régulière et qu'on ne dépasse pas le nombre de volts indiqué. Si l'on n'observe pas ces conditions, la limite peut se trouver abaissée dans une proportion plus ou moins considérable. Il est évident que la durée dépend aussi de la nature du filament et de son mode de préparation.

Nous décrirons à l'article LAMPE les divers systèmes d'éclairage fondés sur l'incandescence.

INCENDIES PAR L'ÉLECTRICITÉ. — Puisque l'électricité peut être employée utilement comme procédé de chauffage, il est évident qu'elle peut dans certains cas occasionner des incendies et qu'on doit toujours, lorsqu'on s'en sert comme force motrice ou comme source de lumière, prendre toutes les précautions indispensables pour empêcher les accidents qui pourraient résulter, soit des lampes elles-mêmes, soit de l'échauffement exagéré des conducteurs.

M. Mascart a fait récemment à ce sujet d'intéressantes expériences devant la Société de physique. Il a constaté qu'un fil nu de 1,2 mm. appliqué sur une planche, et qui peut conduire normalement un courant de 4 ampères, enflamme le bois seulement lorsqu'il est traversé par un courant très supérieur à 40 ampères. Le globe d'une lampe Cance peut être entouré par une étoffe légère sans y mettre le feu. Mais un vieux décor, contre lequel on avait appliqué une lampe de 300 bougies, se carbonisait au contact du verre et commençait à brûler sans flamme au bout d'une minute et demie. Deux lampes de 32 bougies couvertes de deux couches d'ouate gommée, blanche ou noire, ont éclaté au bout de deux minutes en enflammant l'enveloppe, après distillation et carbonisation préalable des couches d'ouate. On voit par ces expériences que la chaleur transportée par le courant électrique n'est pas une quantité négligeable et qu'on doit dans toutes les installations prendre les précautions nécessaires pour éviter les incendies.

INCLINAISON. — Angle que fait la force terrestre avec sa projection sur le plan horizontal; c'est donc l'angle que fait avec l'horizontale une aiguille aimantée mobile dans le plan du méridien magnétique. La mesure de l'inclinaison, associée avec celle de la déclinaison, fait connaître la direction du champ terrestre.

Mesure de l'inclinaison. — Cette mesure se fait au moyen des *boussoles d'inclinaison* (voy. ce mot), qui consistent essentiellement en une aiguille aimantée, mobile devant un cercle vertical gradué, qui peut tourner lui-même autour de son diamètre vertical, pour se placer dans différents azimuts. Mais, comme on ne sait pas *a priori* si le cercle est dans le méridien magnétique, on a recours à l'une des méthodes suivantes.

Nous avons démontré plus haut (voy. CHAMP TERRESTRE) que, si le cercle de la boussole fait un angle α avec le méridien magnétique, l'aiguille fait avec l'horizon un angle i' tel que

$$\cot i' = \cot i \cos \alpha,$$

i étant l'inclinaison; i' est l'*inclinaison apparente* pour l'azimut α. Si $\alpha = 0$, l'inclinaison apparente i' devient évidemment égale à i; c'est sa valeur minimum; elle augmente avec l'angle α, et, pour $\alpha = 90°$, elle devient égale à 90°; l'aiguille est verticale. De là trois méthodes pour déterminer l'inclinaison.

1° On tourne le cercle divisé jusqu'à ce que l'angle i' soit minimum; c'est l'inclinaison. Cette méthode est peu sensible; l'inclinaison variant peu dans le voisinage du minimum, il est difficile de trouver exactement cette position.

2° On tourne le limbe jusqu'à ce que l'aiguille soit verticale; il suffit de le tourner ensuite de 90° pour le placer exactement dans le méridien.

3° On détermine l'inclinaison apparente dans un azimut quelconque; on a

$$\cot i' = \cot i \cos \alpha.$$

On tourne ensuite le cercle de 90°: on a une nouvelle valeur

$$\cot i'' = \cot i \cos (\alpha \pm 90)$$

ou

$$\cot i'' = \pm \cot i \sin \alpha.$$

D'où

$$\cot^2 i' + \cot^2 i'' = \cot^2 i.$$

Cette dernière méthode est la plus précise.

Quelle que soit la méthode choisie, cette détermination se fait à l'aide de la boussole d'inclinaison de Brunner, ou du cercle de Barrow (voy. ces mots). Le cercle de Fox sert pour les observations en mer. Enfin les magnétomètres servent à étudier les variations de l'inclinaison.

Variations de l'inclinaison. — Lorsqu'on a commencé à observer l'inclinaison, elle était à Paris (1671) de 75°; depuis cette époque, elle a toujours diminué régulièrement; le 1er janvier

était de 65°13',7. A Londres, où elle 71°50' en 1576, elle a d'abord augmenté, minué régulièrement.

ulte de ces données que l'équateur ma- doit se déplacer d'une façon continue; n ne possède pas d'observations assez uses pour étudier ce déplacement. L'in- n subit également des variations an- et diurnes. Chaque jour, l'inclinaison ximum vers huit heures du matin; elle minimum dans la journée et éprouve une oscillation analogue. L'amplitude illation diurne ne dépasse guère 4' ou 5'. iations qui se produisent d'un mois à un ont moins régulières.

ut se produire enfin des variations acci- es. On se sert maintenant, pour étudier es variations, de magnétomètres enregis- (voy. ce mot).

INOMÈTRE. — Appareil imaginé par pour déterminer l'inclinaison. Il se com- une bobine plate, recouverte de fil isolé vant tourner autour d'un axe générale- horizontal. Si la bobine a une surface S et sistance R, et qu'on la fasse tourner de 180° n champ uniforme d'intensité F, la quan- lectricité mise en mouvement est $\frac{2SF}{R}$.

on effectue d'abord la rotation autour xe vertical, la bobine étant perpendicu- laire au méridien, la composante horizontale H du champ terrestre agit seule et l'on a

$$q = \frac{2SH}{R}.$$

Si l'on fait une seconde rotation autour d'un axe horizontal, la bobine étant d'abord horizontale, on a

$$q' = \frac{2SZ}{R},$$

Z étant la composante verticale du champ terrestre.

D'où

$$\frac{q'}{q} = \frac{Z}{H} = \operatorname{tg} i,$$

en appelant i l'inclinaison.

INDICATEUR ÉLECTRIQUE. — Appareil électrique servant à indiquer les variations d'un phénomène. Les résultats sont tantôt inscrits sur un cylindre, tantôt transmis sur un cadran. Dans le premier cas, l'appareil est un véritable enregistreur. Beaucoup d'indicateurs portent des noms particuliers; ainsi les appareils que nous avons décrits aux articles AVERTISSEUR, BLOCK-SYSTEM, ENREGISTREUR, etc. Nous en indiquerons quelques autres, en commençant par ceux qui sont destinés aux installations électriques.

Indicateur de pôle. — L'indicateur de pôle de M. Berghausen est destiné à faire connaître le sens d'un courant. C'est un tube de verre



Fig. 413. — Indicateur de pôle.

13), renfermant un liquide blanc et trans- . Si on l'intercale dans le courant, le fil tine qui correspond au pôle négatif se aussitôt d'une teinte pourpre, par l'élec- du liquide. La substance décomposée se out ensuite rapidement, et le liquide re- sa couleur blanche. La résistance de l'ap- est d'environ 30,000 ohms; il donne des tions parfaitement apparentes pour une nce de potentiel de 4 volts.

cateur de courants alternatifs. — M. Elihu Thomson a imaginé, d'après les expériences que nous décrivons plus haut (voy. ÉLECTRODYNAMIQUE) un indicateur de courants alternatifs, formé d'un anneau de cuivre, entouré d'une bobine plate de même hauteur, et pouvant tourner autour d'un de ses diamètres. Un ressort ou un poids tend à le ramener à sa position d'équilibre. Lorsqu'on lance dans la bobine des courants alternatifs, l'anneau tend à se mettre perpendiculairement à la bobine; il tourne donc jusqu'à ce que l'action du poids ou du ressort

fasse équilibre à l'action électrodynamique.

Indicateur de marche. — Sorte de galvanoscope qui permet au conducteur de l'éclairage de se rendre compte du fonctionnement des lampes sans s'éloigner du tableau. Cet appareil s'emploie lorsque la salle des machines, dans laquelle on place généralement le tableau, se trouve loin des locaux à éclairer.

L'indicateur Cance est formé d'un électro-aimant intercalé dans le circuit, au-dessus duquel est suspendue une aiguille verticale portant à la partie inférieure deux petits cylindres, l'un de fer doux, l'autre de cuivre. Quand le courant ne passe pas, l'index fixé au fléau se tient au zéro du cadran. Quand le courant passe, l'attraction de l'électro sur le cylindre de fer doux fait incliner le fléau de l'index (fig. 414).



Fig. 414. — Indicateur de marche (Cance).

Chaque indicateur porte le numéro de la lampe correspondante.

M. Bardon emploie dans ses installations d'éclairage électrique un indicateur formé d'un cadre galvanométrique placé dans le circuit (fig. 415); à l'intérieur est un petit barreau ai-



Fig. 415. — Indicateur de marche (Bardon).

manté, mobile sur pivots, et muni d'un index qui s'arrête devant le mot *Éteint* quand le circuit est rompu et devant le mot *Allumé* lorsque le courant passe.

Indicateur de potentiel. — Lorsque le veillant de la dynamo remplit en même te d'autres fonctions et qu'il ne peut suivre c tamment les indications des voltmètres, il bon d'employer un appareil qui lui indique un signal visible ou perceptible à l'ouïe to les variations du potentiel.

L'appareil suivant (fig. 416) est d'une co



Fig. 416. — Indicateur de potentiel avec signal (Allgem Elektricitäts Gesellschaft, Berlin).

truction robuste, d'un fonctionnement sûr, dépendant des variations de température consomme une quantité d'énergie très petite donne des signaux perceptibles à grande d tance. Il est formé d'un électrodynamomètr deux bobines fixes : la bobine mobile, qui perpendiculaire aux autres, est recouv comme elles d'un petit nombre de tours d

line. Elle porte d'un côté un index long fin, oscillant devant un arc de cercle t en outre deux ressorts minces avec de platine. Lorsque la force électromo-ssède sa valeur normale, les deux res- touchent à aucun des deux contacts; elle vient à augmenter ou à diminuer, on de la bobine mobile produit le con- n côté ou de l'autre; ce contact n circuit qui contient la sonnette u même côté, et celle-ci se met à es sonneries ont des timbres diffé- a lampe à incandescence placée s de l'échelle est reliée avec les s de façon que celles-ci sont enle- circuit au moment où l'on en retire e.

sion et le collage des contacts sont ar l'arrangement d'une bobine de résistance, placée en dérivation, elle l'extra-courant nuisible se dé- ans étincelle lorsqu'on sépare les . Un amortisseur à air énergique e la mobilité de la bobine de pro- s oscillations nuisibles.

ateur ou avertisseur de tension. — areil sert au même usage que le nt; il produit un signal acoustique la différence de potentiel tend à r les limites fixées. Il est formé ectro-aimant à fil fin (fig. 417), en dérivation sur le circuit à con- t qui attire plus ou moins forte- ne armature sollicitée en sens con- par l'action d'un ressort; cette re prend, lorsque la tension est e, une position d'équilibre entre ntacts de platine; mais, lorsque la est trop faible, elle incline soit du l'électro-aimant, soit du côté du et vient toucher l'un ou l'autre des ntacts; elle établit ainsi le passage ant dans l'une ou l'autre de deux es montées à la partie inférieure pareil. Ces sonneries rendent des sons ts et l'on est ainsi averti, par le fonc- nent de l'une ou de l'autre, d'un excé- d'un manque de tension.

ontacts en platine entre lesquels oscille sont fixés sur des vis, de façon à rendre e à volonté la sensibilité de l'appareil. mpe à incandescence montée sur l'aver- permet de juger par son intensité lu- e de celle des lampes qu'on désire con- Enfin un petit interrupteur fixé sur l'enveloppe de l'appareil permet de le brancher sur le circuit ou d'arrêter son fonctionnement.

Indicateur téléphonique. — Appareil indiquant aux employés du téléphone le numéro de l'abonné qui a appelé.

Il en existe plusieurs systèmes. Celui de la Société des Téléphones est formé d'un électro-

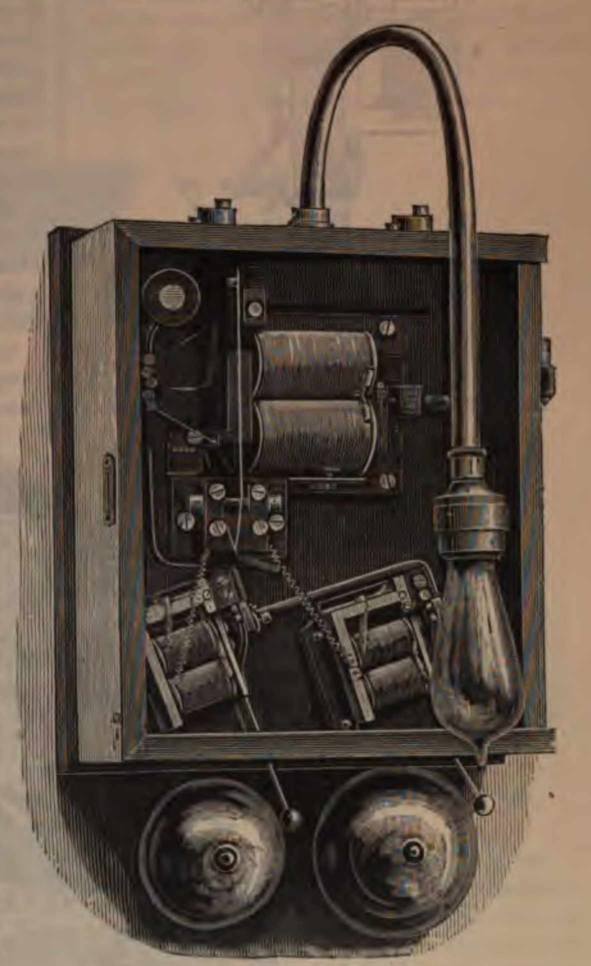


Fig. 417. — Indicateur de tension (Société de Belfort).

aimant A à deux bobines. L'armature, qui peu tourner autour d'un axe horizontal O (fig. 418), porte de l'autre côté de l'axe un crochet qui retient une plaque verticale P, appelée volet, dans la position figurée en pointillé. Quand l'abonné appelle, il lance un courant dans l'électro, l'armature est attirée; son extrémité postérieure s'abaisse, et le crochet antérieur se relève, abandonnant le volet, qui bascule autour d'un axe horizontal et tombe, démasquant le numéro de l'abonné. En tombant, ce volet vient toucher

une pointe métallique C : ce contact ferme le circuit d'une pile locale sur la sonnerie d'appel.

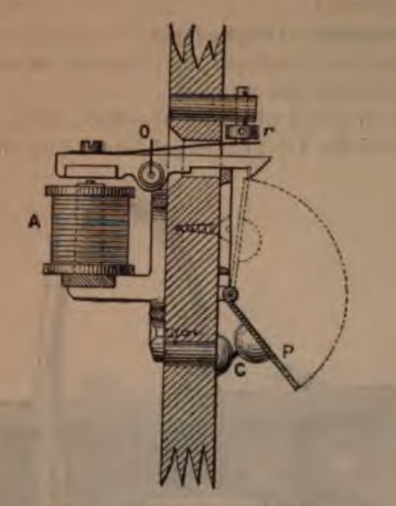


Fig. 418. — Indicateur téléphonique.

Indicateurs de grisou. — Un certain nombre de dispositions ont été proposées pour ployer l'électricité à avertir des dangers r tant d'un dégagement de grisou dans les m

Les chercheurs de fuites décrits plus pourraient être utilisés dans ce but. M. So a proposé de transformer la lampe de mi en une sorte de photoscope (contrôleur d clairage des disques), en s'appuyant sur c la combustion d'une petite quantité de g dans cette lampe suffit pour en élever la pérature. On place alors dans cette lampe lame bimétallique, qui change de forme par de cette élévation de température et ferm circuit comprenant une petite pile et un tite sonnerie placées dans la base de la la

MM. W. Emmot et W. Ackroyd ont pr d'employer deux lampes à incandescence, blanche, l'autre rouge, alimentées par même pile. Un tube contenant un ménisq mercure sert de commutateur.

Quand la poussée du gaz fait monter le nisque dans le tube, ce liquide interrom communication avec la lampe blanche qu

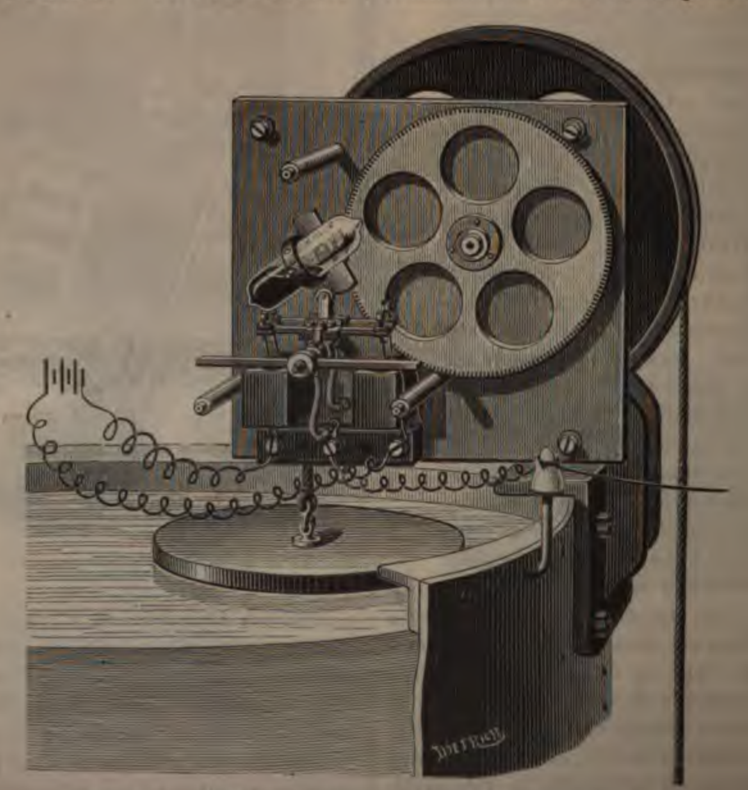


Fig. 419. — Indicateur de niveau de M. Parenthou (transmetteur).

teint, et fait entrer dans le circuit la lampe rouge, qui s'allume.

Indicateurs de niveau d'eau. — L'indic de M. Parenthou, qui est employé dans le

ervoirs de la ville de Paris, donne un signal haque fois qu'il s'est produit une variation de iveau déterminée, par exemple 5 centimètres, ans un sens ou dans l'autre.

Le transmetteur (fig. 419) comprend un flot-eur porté par une corde métallique qui passe ur une poulie. La poulie est dentée et engrène vec un pignon, sur lequel est creusée une rai-ure en forme de quart de cercle. Un bascu-eur, portant un tube de verre qui contient du nercure, est ordinairement vertical : il porte ne cheville qui pénètre dans la rainure du pignon. Si le mouvement du flotteur et de la poulie entraîne le pignon dans le sens des aiguilles d'une montre, il peut d'abord tourner de 90° environ sans faire mouvoir la cheville; mais, s'il tourne un peu plus, il l'entraîne avec lui. Lorsque le pignon a tourné d'environ 180°, le basculeur a fait un peu plus d'un quart de tour, et la cheville se trouve un peu au-dessus du diamètre horizontal du pignon : le mercure passe alors brusquement dans l'autre bout du tube de verre, et l'appareil, entraîné par la pesanteur, fait un autre quart de tour et atteint la position verticale. Si la poulie se meut en sens inverse, le basculeur tourne aussi dans

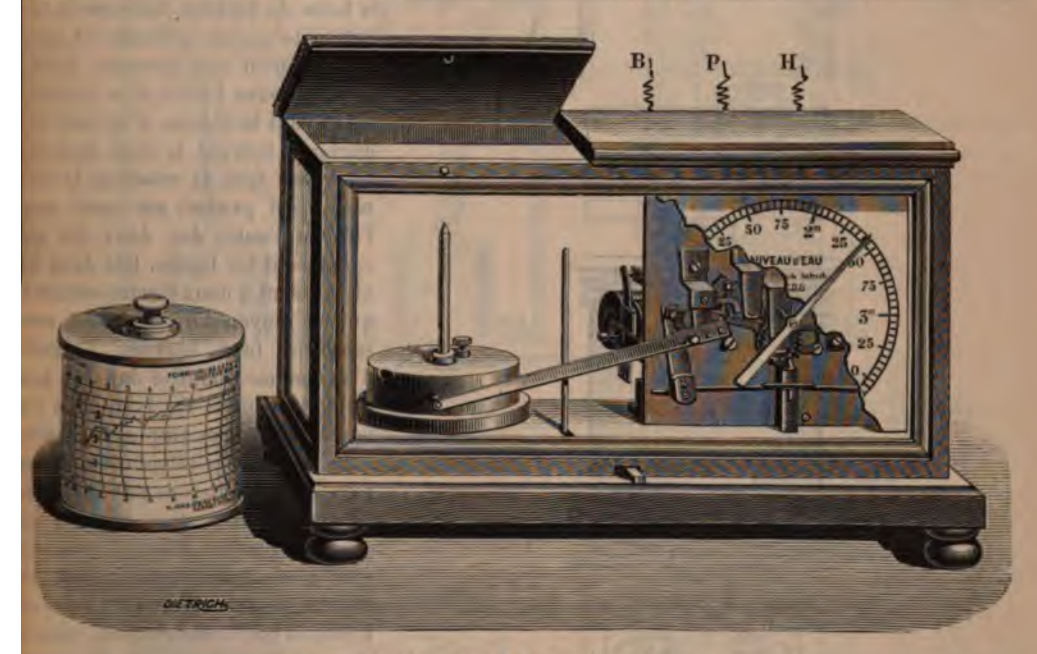


Fig. 420. — Indicateur de M. Parenthou (récepteur).

autre sens. A chaque demi-rotation, cette pièce nvoie un courant dans le récepteur en faisant longer deux pointes de platine reliées à la gne et à la terre dans deux godets de mercure ommuniquant avec les pôles d'une pile; mais courant est positif ou négatif suivant que la emi-rotation s'est faite dans un sens ou dans autre.

Le récepteur (fig. 420) reçoit le courant d'une le locale par l'intermédiaire d'un relais dou-ement polarisé; ce courant est envoyé dans n ou l'autre de deux électro-aimants placés rrière l'appareil; l'armature de ces électros solidaire d'un levier portant un doigt qui usse à chaque indication une roue munie de elques chevilles; les doigts sont guidés de façon à ne pousser qu'une cheville à la fois et à empêcher la roue de continuer à tourner. Un petit cône engagé entre deux chevilles, et qui s'éloigne à chaque mouvement, maintient au repos toutes les pièces dans une position d'attente convenable.

Sur l'axe de la roue chevillée sont montés des pignons qui conduisent, dans le rapport voulu, l'aiguille du cadran et un style, portant une plume qui trace sur un cylindre entraîné par un mouvement d'horlogerie une courbe des variations de niveau.

Enfin une disposition basée sur la différence de résistance des relais et sur la durée des émissions de courant permet d'utiliser le fil unique à plusieurs usages, soit à la transmission

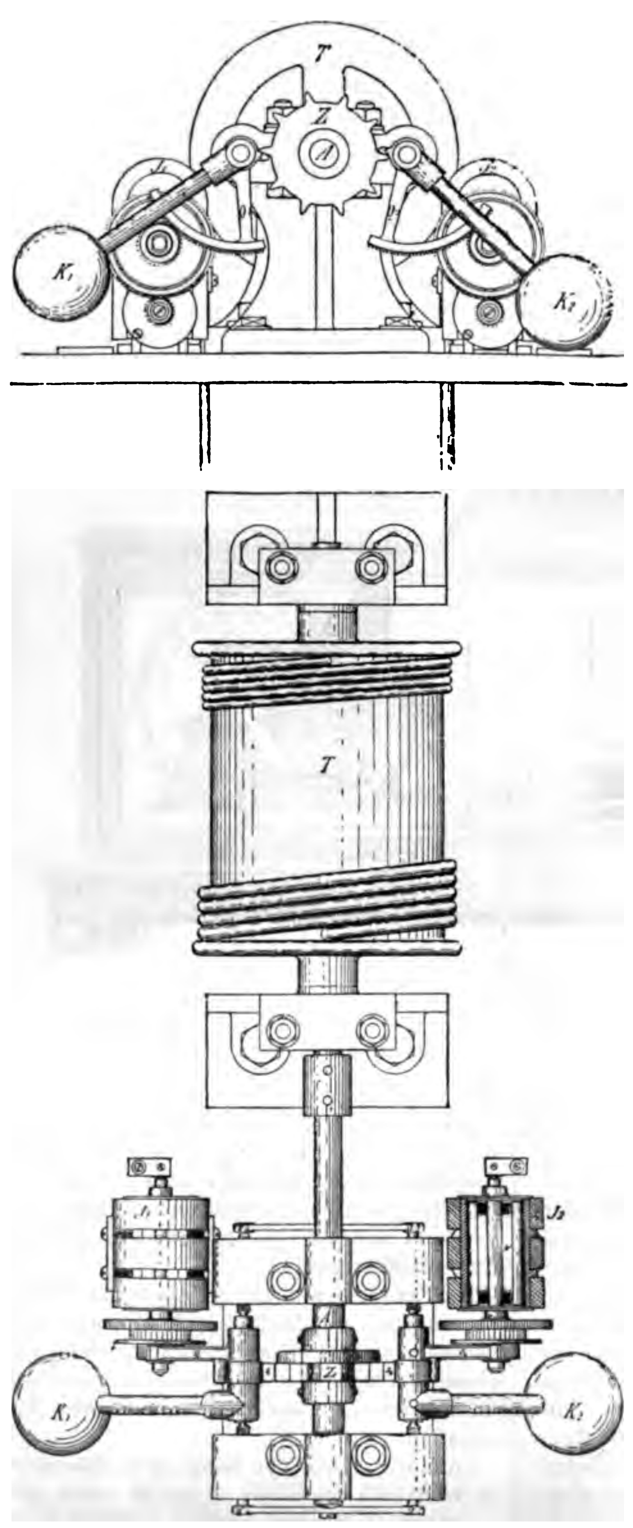


Fig. 421. — Indicateur de la Société des téléphones de Zurich. Plan et élévation du transmetteur.

des niveaux de plusieurs rés soit à la correspondance phique ou téléphonique, sar rompre les indications de n sans nécessiter de nouvelle pulations de la part des t nistes ou télégraphistes.

Dans l'indicateur de MM. S et Halske, la poulie, qui] flotteur suspendu à une bande un ressort contenu (barillet; mais, suivant le sei rotation, elle fait tourner l la boîte du barillet. Lorsqu riation de niveau produite e à celle qu'on veut mesurer sort se trouve bandé et se (entraînant la bobine d'un] ducteur. Suivant le sens d quel s'est faite la rotation, rant ainsi produit est lan l'un ou l'autre des deux composent les lignes. Ces (aboutissent à deux électro-a qui, au moyen d'un moteur satellite, font tourner l d'une même quantité dans ou dans l'autre. Ce systèm vantage de ne pas employer

La Société des téléphones rich construit depuis peu d un indicateur destiné auss cer un courant chaque fc s'est produit une égale vari niveau, et qui a le double a d'être d'une construction d'un réglage facile, et de employer de pile, les couran fournis par une petite mach gnéto-électrique analogue : qu'on emploie ordinaireme les stations téléphoniques.

Le transmetteur (fig. 421) pose d'un tambour T sur s'enroulent deux cordes pc gauche un flotteur creux blanc, à droite un contre-p l'extrémité de l'axe du t est fixée une roue dentée tourne avec lui. Quand le descend, il entraîne de d gauche le tambour et la roue une dent, appuyant sur le p chet du levier K_1, le soulèv peu jusqu'à la position hori

…secteur denté O_1 participe à ce mouvement et, …ar l'intermédiaire d'un pignon denté, fait tour… …er aussi l'armature W_1 de l'inducteur J_1 ; cette …otation est d'ailleurs trop lente pour donner …aissance à un courant induit. Mais, dès que le …evier K_1 est devenu horizontal, la dent de la …roue Z l'abandonne ; il retombe brusquement …par son propre poids, entraînant l'armature de J_1 en sens inverse, et assez rapidement pour qu'un courant soit lancé dans le fil de ligne correspondant. Si le flotteur descend encore d'une même quantité, un second courant est lancé dans le même fil. Si le flotteur remonte, les pièces K_2, W_2 et J_2, identiques aux premières, mais placées de l'autre côté, sont actionnées par la roue Z, et lancent un courant dans le second

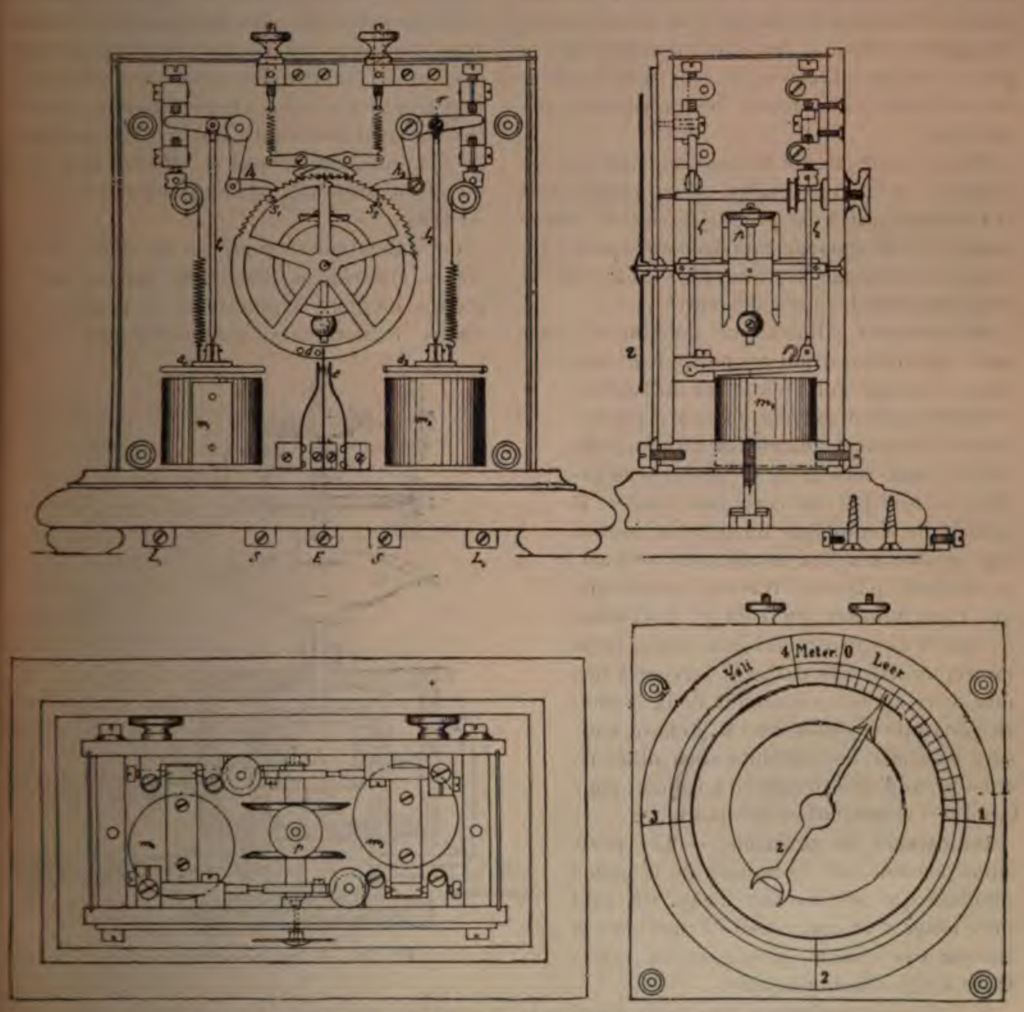


Fig. 422. — Indicateur de la Société des téléphones de Zurich. Récepteur.

…l de ligne. Il est évident qu'on peut modifier …a sensibilité de l'appareil en faisant varier le …iamètre du tambour T, de la roue Z, ou le …ombre des dents de celle-ci.

La ligne est formée de deux fils partant des …nducteurs J_1 et J_2 et se rendant aux deux élec…tro-aimants m_1 et m_2 du récepteur (fig. 422) ; le …etour se fait par la terre. Lorsque l'inducteur J_1 lance un courant dans l'électro-aimant m_1, l'armature a_1 est attirée et le cliquet h_1 fait avancer d'une dent la roue à rochet s_1 ; ce mouvement est transmis à l'aiguille. L'inducteur J_2 communique de même avec l'électro m_2, dont l'armature a_2 peut faire avancer en sens contraire la roue s_2 par l'intermédiaire du cliquet h_2. A la partie inférieure sont

fixés trois ressorts *e*, destinés à avertir lorsque le niveau de l'eau dépasse le maximum ou le minimum fixé. Deux goupilles *d* viennent appuyer le ressort central sur l'un des deux ressorts latéraux et ferment un circuit contenant une pile locale et une sonnerie; il y a deux sonneries de timbres différents.

On voit que cet appareil se prête parfaitement à la transmission à distance. Il permet donc de comparer facilement d'un point central les hauteurs d'eau à des stations différentes et plus ou moins éloignées, et par suite de prendre en temps voulu toutes les précautions nécessaires.

D'autres indicateurs lancent au contraire un courant à intervalles égaux, pour indiquer soit la variation qui s'est produite, soit la valeur absolue du niveau, par rapport à un repère fixe, ce qui a l'avantage de rendre les observations indépendantes les unes des autres.

MM. Siemens et Halske ont imaginé aussi un autre appareil, qui fait connaître le niveau chaque fois que l'on appuie sur un bouton.

Enfin il arrive souvent qu'on n'a pas besoin de connaître toutes les variations de niveau, mais seulement de savoir si le niveau ne sort pas de certaines limites. Il suffit alors d'employer un flotteur dont la tige, guidée dans son mouvement vertical, se termine par une traverse métallique qui vient toucher un contact horizontal lorsque le niveau atteint le maximum ou le minimum fixé. Ces contacts servent à fermer deux circuits contenant deux sonneries de timbres différents. M. Achard a essayé d'utiliser les courants ainsi obtenus, dans le cas d'une chaudière à vapeur, pour assurer l'alimentation automatique.

Indicateurs de pression. — Les pressions peuvent être indiquées de la même manière que les niveaux d'eau. On peut faire usage d'un manomètre à mercure et transmettre comme plus haut les variations de la colonne liquide.

Si l'on veut seulement être averti lorsque la pression tend à dépasser certaines limites fixées d'avance, on peut actionner des sonneries par l'intermédiaire de la colonne liquide : il suffit de donner au manomètre la forme d'un tube en U, et de fixer dans les deux branches deux contacts de platine correspondant au maximum et au minimum; ces contacts sont reliés avec le pôle positif d'une pile et avec deux sonneries différentes. Le mercure étant relié au pôle négatif, l'une des sonneries tinte dès que ce liquide touche le contact correspondant. (encore se servir d'un manomètre mét dont l'aiguille vient toucher deux conta respondant au maximum et au minim disposition est semblable à celle que n diquons plus haut pour la températur ENREGISTREUR).

L'indication continue de la pression (chaudière des machines à vapeur four résultats précieux; mais les appareils ord sont soumis à des causes d'erreur pro surtout de l'inertie des pièces mobiles registrent les courbes. Pour éviter ces e la Compagnie du Nord a employé un indi électrique, imaginé par M. Marcel Dep qu'elle a présenté à l'Exposition de en 1883.

Cet indicateur se compose de deux e treurs électriques, actionnés chacun p groupe de deux explorateurs de pressio quatre explorateurs communiquent (

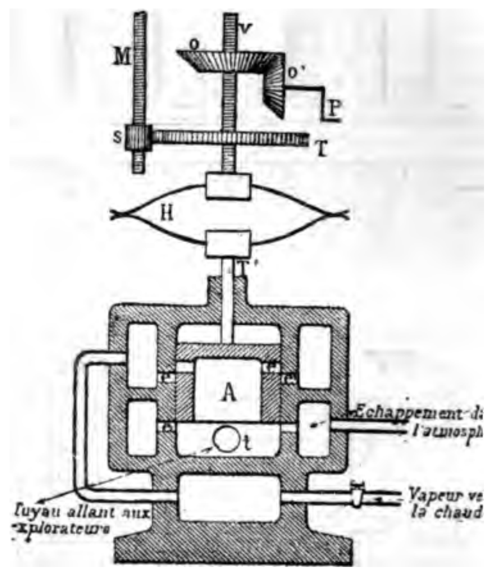


Fig. 423. — Valve auto-régulatrice.

avec l'un des fonds des cylindres, et to une valve réductrice ou auto-régulatric que style enregistreur trace un point la pression dans le cylindre corresp passe par une valeur déterminée.

La valve régulatrice est représentée f Les enregistreurs sont portés par un b mant l'écrou de la vis M, qui reçoit le ment d'une manivelle P, tournée à la m l'intermédiaire du train d'engrenage O'C même temps, la vis V détend ou comp

sort H, qui appuie sur la tige T' du piston a valve régulatrice A. Cette valve est munie deux orifices *e*, et glisse dans un cylindre cé vers le haut de deux orifices *e'* pour l'ad-sion de la vapeur, et plus bas de deux ori-s *e* qui communiquent librement avec l'at-sphère.

lès que la pression sous le piston A devient érieure à celle du ressort H, le piston s'a-sse, bouche les ouvertures *e* et ouvre les ertures *e'*, de sorte que la pression dans l'intérieur de la valve est égale, à chaque instant, à celle que donne une graduation de la vis V, établie une fois pour toutes.

Les explorateurs sont formés chacun d'un disque en aluminium *d* (fig. 424), dont l'une des faces est toujours en rapport avec l'intérieur de la valve A, et l'autre avec la vapeur d'un des cylindres. Les deux explorateurs restent en contact avec les parois métalliques *c* ou *c'* du cylindre qui les renferme, et complètent le circuit d'une pile reliée aux électro-aimants de

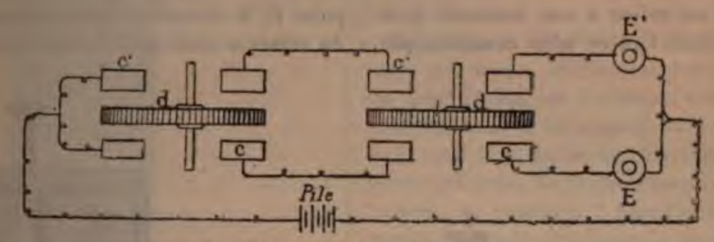


Fig. 424. — Explorateurs de la pression.

nregistreur, tant que la pression dans la ve diffère de la pression dans le cylindre. s que l'équilibre entre les pressions dans le ndre de la machine et dans la capacité A se d'exister sur l'un des disques *d*, le cou-t est interrompu et cesse d'animer les élec-aimants de l'enregistreur.

Chaque enregistreur (fig. 425) se compose de

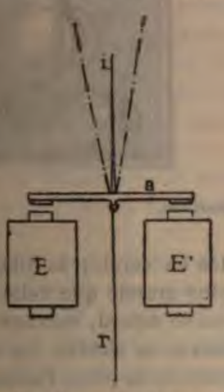


Fig. 425. — Enregistreur.

x électro-aimants EE', et d'une armature *a* à un ressort *r*, prolongé par un style *i*. t que le courant passe dans un des électros, nature est déviée à droite ou à gauche; au nent où le courant est interrompu, le style nd la position médiane *i* et trace un point le papier.

a série de points tracée fait connaître à quel moment de la course du piston la vapeur a atteint une pression égale à celle marquée par la graduation de l'appareil, et donne le diagramme moyen du travail de la vapeur sur les faces du piston, pendant le nombre plus ou moins grand de courses soumis à l'expérience.

Le tambour recouvert de papier de chaque enregistreur reçoit un mouvement circulaire alternatif du piston de la machine avec lequel il est relié.

Indicateurs de température et d'incendie. — Ce qu'on demande le plus souvent à ces indicateurs, c'est d'avertir lorsque la température tend à sortir de certaines limites, déterminées d'avance, et à franchir le maximum ou le minimum qu'on lui a imposé. Dans chacun de ces cas, l'appareil doit fermer un circuit qui contient une sonnerie : il y a évidemment deux sonneries et deux circuits distincts, afin qu'on puisse reconnaître si c'est le maximum ou le minimum qui est atteint.

Une disposition très simple consiste dans l'emploi d'un thermomètre à alcool horizontal contenant, à la suite de ce liquide, un index de mercure : un fil de platine, disposé suivant l'axe de l'appareil, est relié d'une manière permanente au pôle positif d'une pile. Deux autres fils de même métal, communiquant chacun avec le pôle négatif et avec une sonnerie différente, pénètrent dans le tube aux points qui correspondent aux températures limites, mais

sans toucher le premier. Lorsque, par suite de l'abaissement ou de l'élévation de température, l'index de mercure vient à toucher l'un de ces deux fils, il ferme l'un des circuits ; la sonnerie correspondante commence à tinter et fait connaître celle des deux limites qui est atteinte.

Un système analogue a été imaginé récemment par M. Albert E. Morisson de la *Anglo American Telegraph C°* à Charlottetown. Un thermomètre porte à la partie supérieure un fil de platine H, fixé à une vis S (fig. 426), qui permet de l'enfoncer plus ou moins dans le tube. Cette vis est reliée à une sonnerie Q et à une pile *n*, dont l'autre pôle communique avec le réservoir M du thermomètre. Lorsq le mercure s'élève assez pour venir toucher fil de platine, le circuit est fermé et la sonn rie Q se fait entendre.

La sonnerie O est destinée à faire connaître minimum. Pour cela un contact est soudé da le tube thermométrique au point convenable et communique avec un relais R et une pi *m*, dont l'autre pôle est relié par K au rése voir M. Ce circuit est ordinairement fermé, l'armature du relais reste constamment attiré Mais, si le mercure s'abaisse au-dessous d point B, le circuit se trouve rompu, l'armatu du relais se redresse et vient fermer un circu

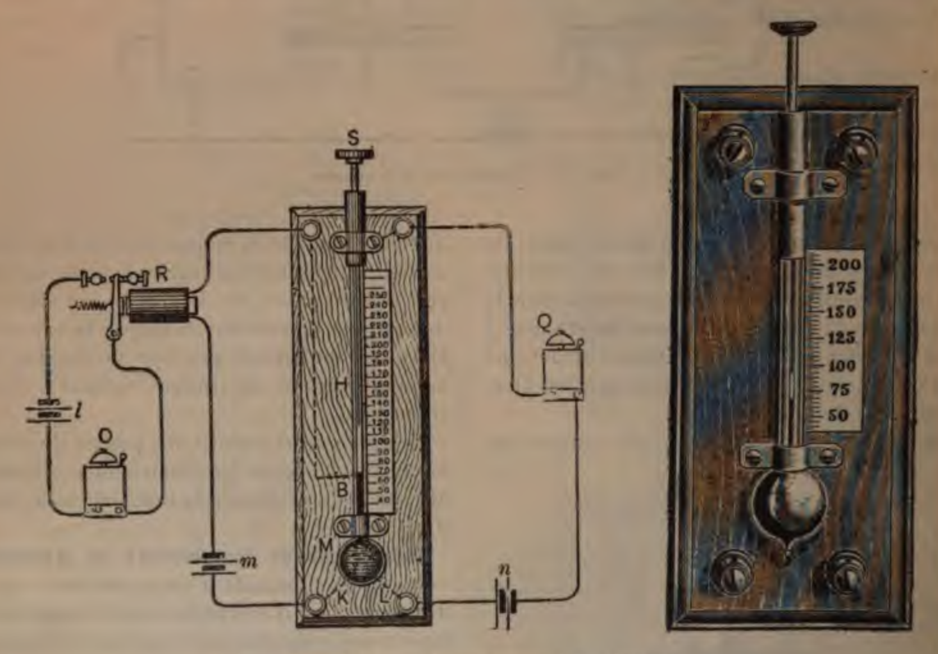


Fig. 426. — Indicateur de température de M. Morrisson.

local, contenant une pile *l* et une sonnerie O, dont le tintement avertit que le minimum est atteint.

Souvent aussi on se sert de thermomètres, solides ou liquides, munis d'une aiguille qu'on relie d'une manière permanente au pôle positif d'une pile, et l'on place sur le cadran, aux deux températures limites, deux index communiquant chacun avec une sonnerie et avec le pôle négatif. Dès que l'aiguille vient toucher un de ces index, elle ferme l'un des deux circuits et actionne la sonnerie correspondante.

Telle est la disposition de l'indicateur représenté fig. 427 : un long tube de métal aplati, rempli de liquide, se termine par une partie mince enroulée en cercle; la dilatation du l quide étant plus grande que celle du métal, tube se tord ou se détord, suivant que la te pérature s'abaisse ou s'élève. Le tube est re à l'un des pôles de la pile; l'autre pôle co munique avec deux index qu'on peut dépla à volonté : ces communications sont indiqu en pointillé.

On peut utiliser également la dilatation d solides : il suffit de prendre une lame bimét lique, qui se courbe d'un côté ou de l'aut suivant les variations de température, et p ainsi toucher deux vis placées de part et d' tre ; ces contacts ferment les deux circuits c respondant au maximum et au minimum.

La lame bimétallique peut être droite, ou enroulée en spirale comme dans le photoscope (Voy. CONTROLEUR DE L'ÉCLAIRAGE DES DISQUES). Nous donnerons à l'article THERMOMÈTRE d'autres dispositions pouvant servir également d'indicateur.



Fig. 427. — Indicateur électrique de température (Pulsfert).

On peut employer aussi le système de transmission électrique décrit au mot ENREGISTREUR. Enfin les avertisseurs d'incendie (Voy. ce mot) sont encore des indicateurs de température, mais disposés seulement pour faire connaître le maximum.

Indicateurs de vitesse. — Il existe un certain nombre d'indicateurs de vitesse mus par l'électricité.

M. Marcel Deprez a construit un appareil fondé sur l'expérience des courants de Foucault. Un aimant en U horizontal peut tourner autour de son axe : il reçoit, par l'intermédiaire d'une poulie et d'une courroie de transmission, le mouvement de l'appareil dont on cherche la vitesse. Entre les branches de cet aimant peut tourner un cylindre creux de cuivre, supporté aux deux extrémités par deux couteaux, comme un fléau de balance.

Quand l'aimant tourne, les courants induits développés dans le cylindre de cuivre tendent à le faire tourner dans le même sens; mais un contre-poids, placé au-dessous de l'axe, à une distance variable avec la sensibilité qu'on veut obtenir, s'oppose à ce mouvement. Sous l'influence de ces deux forces antagonistes, le cylindre s'incline d'un certain angle et reste en équilibre. Il porte une aiguille qui indique sur un cadran divisé la vitesse cherchée. L'appareil peut être gradué facilement, car la force tangentielle due à l'action magnétique est proportionnelle à la vitesse de l'aimant, et l'action du contre-poids est proportionnelle au sinus de l'angle d'écart, ou à cet angle lui-même, s'il est petit. On peut augmenter la sensibilité en plaçant un noyau de fer doux dans le cylindre creux.

M. Horn a imaginé un appareil analogue, mais qui donne des indications indépendantes du magnétisme de l'aimant. Cet appareil est composé aussi d'un aimant en forme d'U, mais fixe; c'est le cylindre de cuivre placé entre ses pôles qui reçoit de la machine étudiée un mouvement de rotation. L'aiguille indicatrice est portée par un fer doux dont la section a la forme d'un double T, et qui est suspendu sur des couteaux dans l'intérieur de ce cylindre. Ce fer doux s'incline et prend une position d'équilibre sous la double influence des courants de Foucault et de l'attraction de l'aimant permanent. Or l'intensité des courants induits et l'aimantation du fer doux sont proportionnelles à l'intensité du champ magnétique ; l'action du cylindre de cuivre est donc proportionnelle au carré de cette intensité. D'autre part, l'action de l'aimant permanent est proportionnelle à l'intensité du champ et à l'aimantion du fer doux, donc au carré de l'intensité du champ. L'écart est donc indépendant de cette intensité.

Dans ces deux appareils, les déviations sont sensiblement proportionnelles aux vitesses de rotation.

L'électro-cinémographe (Voy. ce mot) de MM. Richard frères peut servir aussi d'indicateur de vitesse. La roue T est alors mise en mouvement par une poulie reliée à la machine. La vis sans fin peut commander une aiguille mobile sur un cadran divisé. L'appareil n'a alors rien d'électrique.

Il peut au contraire être rendu enregistreur, et même être disposé pour permettre à une seule personne de contrôler à distance, sans quitter son bureau, la marche d'un nombre quelconque de machines. Pour cela, on place sur chaque machine un dispositif très simple fermant un circuit électrique à chaque révolution de l'arbre. De chaque contact partent deux fils, dont l'un est relié à un fil commun de retour et dont l'autre aboutit dans le bureau de

l'ingénieur à un commutateur. On dispose les commutateurs sur un tableau, devant lequel une console supporte l'électro-cinémographe. Celui-ci étant relié aux commutateurs ainsi qu'au fil de retour commun et une pile étant placée dans le circuit, lorsque l'ingénieur veut contrôler la marche d'une machine, il lui suffit de manœuvrer le commutateur qui correspond à cette machine; immédiatement l'électro-cinémographe se met en marche et enregistre sur un papier le nombre de contacts émis dans l'unité de temps par l'arbre, c'est-à-dire son nombre de tours par minute.

Indicateur (Tableau). — Voy. TABLEAU INDICATEUR.

INDICATIF. — Signal télégraphique abréviatif servant à faire connaître le poste appelé et celui qui appelle.

INDUCTEUR. — Qui produit des courants induits.

Par extension, on a donné ce nom à un certain nombre de petits appareils magnéto-électriques, tels que ceux employés dans l'indicateur de niveau d'eau de la Société des téléphones de Zurich et ceux qui servent à actionner les cloches allemandes, modèle Siemens, et les cloches mixtes.

L'inducteur Siemens est formé de douze aimants en fer à cheval superposés, entre lesquels tourne la bobine induite, du genre Siemens: il suffit de faire effectuer un demi-tour à la manivelle de cette bobine pour produire un courant qui met en branle toutes les cloches correspondantes.

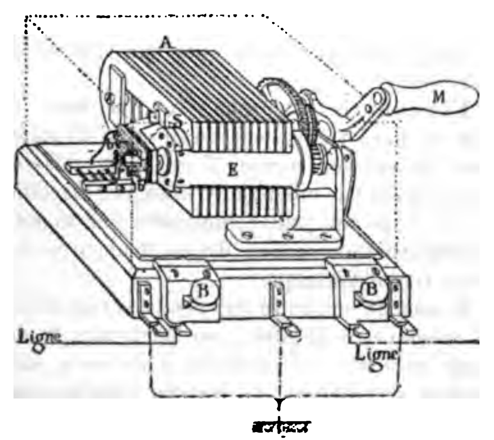


Fig. 428. — Inducteur Siemens de la Compagnie de l'Est.

La figure 428 représente l'inducteur employé par la Compagnie de l'Est pour actionner ses cloches mixtes.

Il se compose, comme le précédent, d mants en fer à cheval A, entre lesquels la bobine induite. La manivelle M con cette bobine par l'intermédiaire d'un cli d'un rochet. Quand on veut lancer un c on fait faire à la manivelle un demi-t gauche à droite, ce qui suffit pour ac les cloches; elle est alors arrêtée par un Lorsqu'on veut produire une autre émis courant, on fait revenir la manivelle en ; ce qui laisse la bobine immobile, car le glisse sur les dents du rochet, puis on demi-tour vers la droite, ce qui donne rant nécessaire. Les postes intermédiai deux fils de ligne, et la machine peut êt en relation par un commutateur avec l l'autre des lignes. Les postes intermédia pleine voie sont également munis d'un teur, mais, comme ils n'ont que rare faire des signaux, la manivelle est orc ment fixée dans la position qui limite sa en avant; pour s'en servir, il faut d'abord une goupille. On évite ainsi que reil soit mis en marche sans nécessité.

L'inducteur Postel-Vinay, employé c même but par la Compagnie de l'Ouest (l se compose d'un électro-aimant mobile d'un axe horizontal entre les deux b d'un fort aimant en U. Au repos, cet présente ses deux pôles en face de ceux mant fixe auquel il sert d'armature. bouts *a* du fil induit est soudé à la masse lique *b* de la bobine *c*, qui communique co ment avec la masse générale de l'appare autre extrémité *d* aboutit au disque de isolé *f* sur lequel frotte le ressort de li

Pour se servir de l'appareil, on fait la manivelle un demi-tour de droite à g celle-ci entraîne dans le même sens la induite *c* par l'intermédiaire de son cli et le ressort *h* se trouve bandé en même La manivelle, qui fait partie de la ma l'appareil, communique par le clique disque isolé *f* et par suite à l'extrémit fil induit, qui se trouve fermé sur lui- Lorsqu'elle est arrivée au bout de sa co cliquet *g* vient s'appuyer sur un butoir de la masse de la bobine, et son ressort *k*, chissant, lui fait abandonner la dent *l* du isolé. Le ressort *h* se détend alors et ran bobine et le disque de gauche à droite (blissant le courant seulement pendant la de sa détente. On ramène ensuite la ma au point de départ et le cliquet vient d veau prendre la dent du disque isolé.

ducteur différentiel. — Appareil imaginé M. Dove pour comparer l'influence exercée les décharges induites par l'introduction de rs métaux dans les bobines. Il se compose deux hélices faites de deux gros fils de re enroulés sur deux tubes de verre de centimètres de longueur et de 2,5 centim. de diamètre, et placées dans l'intérieur de deux hélices plus grandes, enroulées autour d'un tube de carton et parfaitement identiques (fig. 430). Les deux bobines intérieures sont reliées par une extrémité, et les bobines extérieures aussi; mais ces communications sont établies de telle sorte qu'en faisant passer dans les bobines

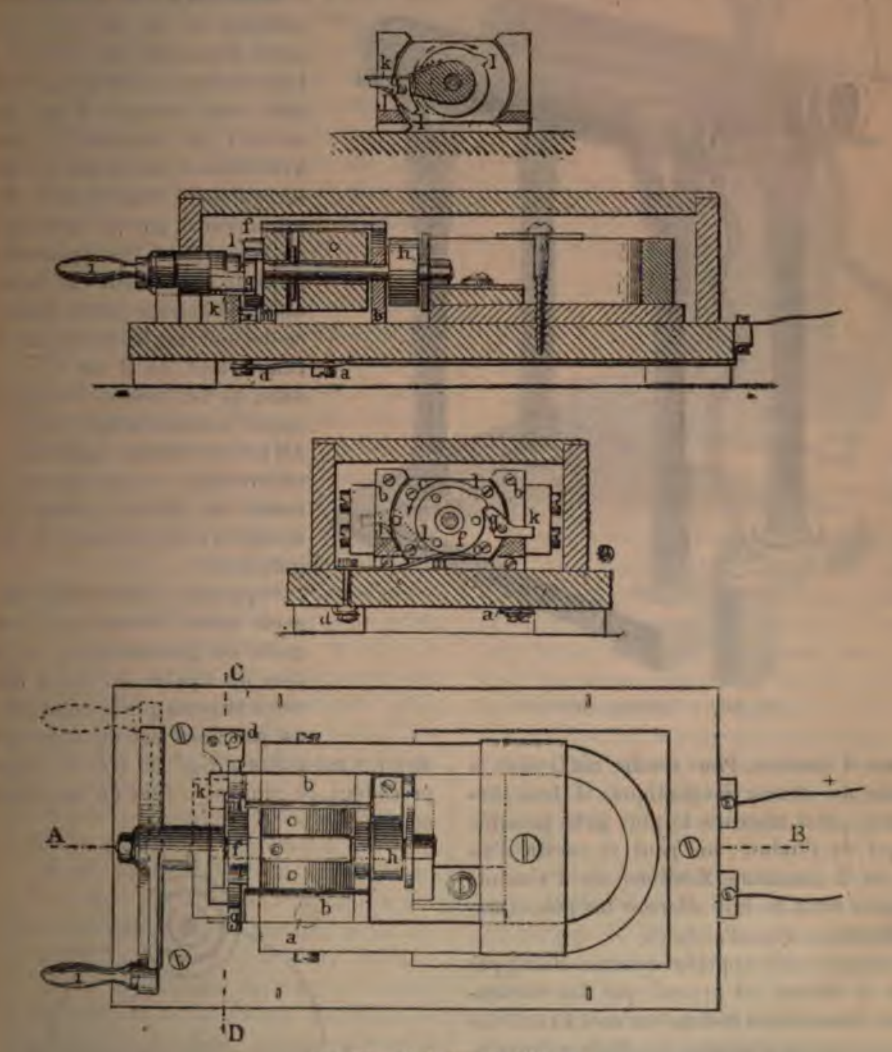


Fig. 429. — Inducteur Postel-Vinay.

érieures la décharge d'une batterie de bou- les de Leyde ou le courant d'une pile, inter- pu par un rhéotome, on provoque dans les x bobines intérieures des courants induits ux et de sens contraires. Un observateur, nt à la main des poignées reliées à ces ines, ne reçoit pas de commotions. Mais, si place dans l'une des bobines induites un morceau de métal, on ressent des commotions plus ou moins intenses, suivant la nature et la forme du métal introduit.

La balance d'induction de Hughes, décrite plus haut, n'est que la reproduction de cet appareil, mais en remplaçant les commotions par le téléphone, découvert depuis cette époque.

Inducteurs des machines d'induction. — Dans

les machines d'induction, on donne ce nom à l'ensemble des aimants ou des électro-aimants qui servent à produire le champ magnétique dans lequel tourne l'induit. La machine est dite magnéto-électrique, lorsque l'inducteur

Fig. 430. — Inducteur différentiel.

est formé d'aimants. Pour rendre maximum la variation du champ magnétique, il faut disposer des pôles alternés le plus près possible du trajet de l'induit : on peut se servir d'aimants en U (machine Méritens) ou d'aimants rectilignes dont on fait alterner les pôles (machine Méritens, type d'atelier).

La machine est appelée dynamo-électrique lorsque le champ est produit par des électro-aimants. Nous avons indiqué au mot EXCITATION les divers moyens d'animer ces électro-aimants. Le noyau de fer doux des électros n'est pas indispensable : sa suppression diminue seulement l'intensité du champ. Ici encore les pôles doivent alterner.

Dans les deux cas, il est avantageux d'adapter aux pôles des pièces de fer doux qui emboîtent exactement l'induit mobile. (Machines Gramme, Méritens, etc.)

INDUCTION. — Production de courants sous l'influence d'un autre courant, d'un aimant ou de la terre. L'induction a été découvert Faraday en 1832. On désigne parfois so nom d'*induction électrostatique* l'action ex par un corps électrisé sur un autre corps à neutre (Voy. INFLUENCE).

Voici en quoi consistent les nomènes découverts par Far

Induction par les courants. — sidérons un fil AB relié aux pôles d'une pile (fig. 431) ; soit interrupteur et CD un autre fil aux deux bornes d'un gal mètre G, de manière à const avec celui-ci un circuit fermé. terrupteur I étant fermé, le f est parcouru par un courant d de A vers B ; si l'on approche ce fil du conducteur CD ou inv ment, le galvanomètre montr ce dernier est traversé par un rant allant de D en C et q dure qu'un instant. Ce coura appelé courant *induit*, et le co AB est dit courant *inducteur*. O encore dans ce cas que le co induit est *inverse*, parce qu' dirigé en sens contraire du co inducteur.

Supposons maintenant qu' avoir laissé revenir au zéro guille du galvanomètre on él l'un de l'autre les deux fils verra aussitôt que le conducteu est parcouru par un courant *direct*, c'est-à-dire dirigé de C en D. Com précédent, ce courant n'aura qu'une duré courte.



Fig. 431. — Principe de l'induction.

Enfin les mêmes effets s'obtiendront si fait varier le champ électrique, non pl

ant le courant inducteur, mais en aug- ou diminuant son intensité. A plus son, il en sera encore de même si, les étant voisins, on fait passer le courant r ou on l'interrompt en fermant ou en l'interrupteur I.

nséquent *un courant qui s'approche, qui e ou qui augmente d'intensité produit dans it fermé voisin un courant induit inverse ; nt qui s'éloigne, qui finit ou qui diminue té provoque un courant induit direct.*

position de la figure 431 se prête mal à ification expérimentale : il faut, pour n effet suffisant, donner aux fils AB et très grande longueur. Il est plus com- lors de les enrouler sur deux bobines): la bobine intérieure AB, couverte d'un et court, communique avec la pile et pteur, et sert de bobine inductrice. La xtérieure CD, à fil long et fin, est reliée anomètre ; c'est la bobine induite. La ntérieure peut être approchée et intro- usquement dans l'autre, puis enlevée, liser le premier cas dont nous avons our montrer l'action d'un courant qui ce ou qui finit, on place d'avance les bines l'une dans l'autre et on agit sur pteur. Enfin, pour produire à volonté mentation ou une diminution d'inten- remplace l'interrupteur I par une petite de fil assez résistante, et on laisse le s'établir ; on produit alors au même e dérivation très peu résistante ; c'est si l'on diminuait la résistance de la bo- s lois des courants dérivés permettent ier ce résultat.

tion par les aimants. — Nous savons que nts peuvent être assimilés à des solé- il est donc évident qu'on obtiendra des courants d'induction en remplaçant e intérieure par un aimant, qu'on ap- ou qu'on éloigne. Les deux courants seront le premier inverse, le second par rapport au solénoïde qui équivau- l'aimant employé. On montre ce résultat de l'appareil représenté fig. 432 ; on ne la bobine intérieure et l'on introduit t à sa place. Pour constater l'action d'un qui commence ou qui finit, on remplace ne intérieure par un cylindre de fer u'on aimante ou qu'on désaimante à en approchant ou éloignant un aimant. ésumé, un aimant qui s'approche, ou imantation commence ou augmente pro- courant induit *inverse* par rapport au solénoïde qui le remplacerait ; un aimant qui s'éloigne, ou dont l'aimantation cesse ou diminue, fait naître un courant induit *direct*.

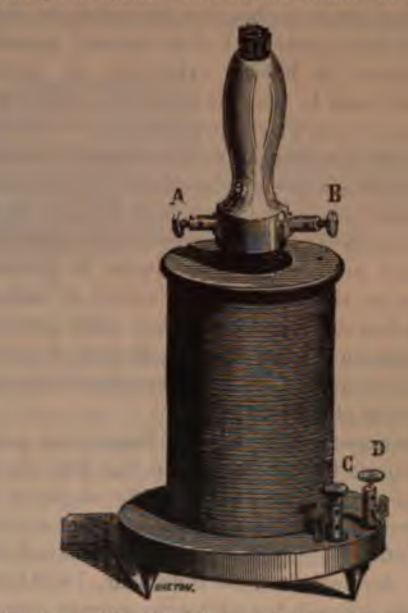


Fig. 432. — Double bobine pour l'induction (Carpentier).

Induction par la terre. — Enfin l'action de la terre peut également provoquer des courants d'induction, puisqu'elle produit un champ magnétique, dont nous ne pouvons, il est vrai, faire varier à volonté l'intensité, mais dans lequel on peut déplacer le circuit inducteur. Pour le constater, on dispose ordinairement une bobine plate perpendiculairement à l'aiguille d'inclinaison, position qui donne l'effet maximum, puis on la fait tourner rapidement : il s'y produit des courants induits qu'on peut recueillir.

Loi de Lenz. — Peu de temps après la découverte de Faraday, Lenz donna la loi suivante qui permet de prévoir dans un grand nombre de cas le sens des courants induits qui prennent naissance.

Tout courant induit par déplacement a un sens tel qu'il s'oppose à ce déplacement.

Prenons un exemple : lorsqu'on approche l'un de l'autre les deux fils AB et CD (fig. 431), il se produit un courant inverse. Mais nous savons que deux courants parallèles et de sens contraire se repoussent : donc l'action mutuelle des deux courants AB et CD tend à écarter les deux fils ; elle s'oppose donc au rapprochement qui a fait naître le courant induit.

Induction de divers ordres. — Un courant induit peut servir à son tour de courant induc-

teur et faire naître un courant induit dans un circuit voisin. Supposons qu'on relie la bobine extérieure d'un appareil analogue à celui de la figure 432, non plus à un galvanomètre, mais à la bobine intérieure d'un second appareil semblable ; la bobine extérieure du second appareil sera le siège de courants induits dits de second ordre : chaque fois qu'un courant induit de premier ordre traversera la bobine extérieure du premier appareil et la bobine intérieure du second, la bobine induite de ce dernier sera parcourue successivement par deux courants induits de second ordre, le premier inverse de celui de premier ordre, le second direct. Les courants de second ordre peuvent de même en induire d'autres, et ainsi de suite : mais on conçoit que le phénomène deviendra de plus en plus compliqué.

Diaphragmes ou écrans. — Supposons qu'au centre de la bobine intérieure (fig. 432) on ait ménagé une cavité dans laquelle on place un cylindre de cuivre, creux ou plein, et examinons l'effet de ce cylindre sur la bobine induite. Si l'on ferme le circuit inducteur, l'établissement du courant fait naître un courant inverse dans le cylindre comme dans la bobine extérieure : ces deux courants induits provoqués par le courant inducteur sont donc de même sens. Mais le courant induit du cylindre agit aussi sur la bobine extérieure et y produit un courant, inverse par rapport aux deux premiers et par conséquent direct par rapport au courant inducteur. Donc la bobine extérieure est le siège de deux courants simultanés et de sens contraires. L'effet du cylindre est donc de diminuer l'intensité des courants induits. On donne souvent à ce cylindre le nom de diaphragme : la même disposition est employée dans plusieurs appareils médicaux (Voy. Bobine) sous le nom d'écran, de modérateur, de graduateur. En fendant le cylindre dans toute sa longueur suivant une génératrice, il se comporte comme un circuit ouvert : il ne peut plus s'y produire de courants, et son effet est annulé.

Action du fer doux. — Nous avons supposé le diaphragme en cuivre : il est évident qu'il agira à peu près de même s'il est formé d'un autre métal non magnétique. Mais l'action sera plus complexe si le cylindre est en fer doux : d'un côté il agit comme un diaphragme métallique, mais d'autre part il s'aimante au passage du courant et par suite augmente l'induction. Il joue donc un double rôle, l'un nuisible, l'autre utile. Pour supprimer le premier effet et conserver le second, il suffit de fendre le fer doux dans sa longueur, ce qui empêche duction des courants induits sans en l'aimantation. En réalité, le noyau de f est constitué par une série de fils de sont vernis pour les isoler et suppri courants : on voit cette disposition figure 432.

Propriétés des courants induits. — L rants induits ne diffèrent des courants électriques par aucune propriété imp si ce n'est par leur durée extrêmement Les deux courants induits, inverse et qui se produisent dans les mêmes con par exemple par la fermeture et la ruptu même courant inducteur, mettent en ment des quantités égales d'électricité comme la durée du courant direct e courte que celle du courant inverse, il une intensité et une énergie plus grand résulte que les courants directs et inver des actions absolument égales et contrair tous les cas où l'effet produit ne dépe de la quantité d'électricité mise en jeu : nomètre, voltamètre, etc. Au contrair tion des courants directs l'emporte dan les effets qui dépendent de l'énergie : c'e qu'ils donnent plus facilement des étin aimantent plus fortement les aiguille Quand on interrompt le circuit induit ralement le courant direct passe seu forme d'étincelle ou de lueur (tubes de G

L'expérience montre en outre que l électromotrice d'un courant induit est tionnelle à l'intensité du courant ind c'est pour cette raison qu'on prend le fil teur gros et court. Elle est aussi proporti à la longueur du fil induit soumise à l tion (c'est pourquoi ce fil est ordinai long et fin) et en raison inverse de la rés totale du circuit induit.

Extra-courants. — Un courant qui com ou qui finit peut également produire de rants induits dans le fil même qu'il pa c'est ce que Faraday a nommé *extra-c* (Voy. Self-induction). Il doit se produire l le courant commence un extra-courant i ou de fermeture qui en affaiblit l'effet et, le courant cesse, un extra-courant direct rupture qui le renforce. Un courant n'a donc jamais instantanément toute son sité. Elle va d'abord en croissant pend temps très court, puis atteint sa valeur n et reste constante tant que le circuit est Au moment de la rupture, l'extra-courant produit une brusque augmentation d'int

ce dernier effet qu'est due l'étincelle manifeste lorsqu'on interrompt un cou- Faraday a montré par des expériences s l'existence des extra-courants.

courants possèdent toutes les pro- des autres courants induits.

générale de l'induction. — Cette loi a éduite par M. Helmholtz et par sir mson du principe de la conserva- e l'énergie. Soit un circuit de résis- R, traversé par un courant, c'est-à- ntenant une force électromotrice E; ons qu'on fasse varier d'une manière nque le flux qui traverse ce circuit : résulte un certain travail des forces magnétiques, et, comme ce travail doit urni par la pile, l'intensité doit chan- n démontre qu'elle prend la forme

$$I = \frac{E - e}{R}.$$

t donc comme si l'on avait introduit dans cuit une force électromotrice e. On dé- montre que cette force est égale à la dérivée du flux de force magnétique par rapport au temps, et dont le signe dépend du sens de la variation du flux. L'expérience montre qu'il en


Fig. 433. — Expérience d'Arago (Ducretet).

est encore de même lorsque $E = 0$, c'est-à-dire quand le circuit fermé ne renferme pas de pile.

On déduit de là que : *la quantité totale d'électricité mise en mouvement par l'induction est égale au quotient de la variation totale du flux par la résistance du circuit.*

Induction dans les masses métalliques; courants de Foucault. — Les courants induits peuvent se

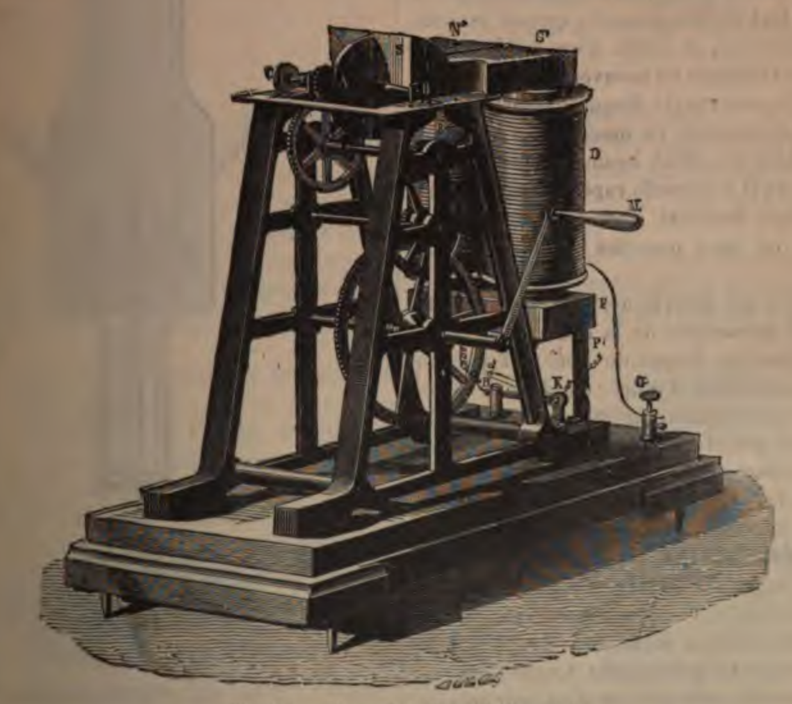


Fig. 434. — Appareil de Foucault (Ducretet).

re dans une masse métallique comme n fil. C'est pour cette raison qu'on fait irement en cuivre les cadrans des gal- ètres; les oscillations de l'aiguille y pro- duisent des courants induits qui, d'après la loi de Lenz, s'opposent au mouvement et la ramènent plus vite au repos.

On explique de la même manière l'expérience

d'Arago qui consiste à faire tourner rapidement un disque de cuivre au-dessous d'un petit aimant mobile dans un plan horizontal (fig. 433); une plaque de verre, interposée entre le disque et l'aimant, empêche l'influence des courants d'air. Les courants induits qui prennent naissance dans la masse de cuivre s'opposent au déplacement relatif du disque et de l'aimant: le premier étant forcé de tourner, l'aimant se met aussi à tourner dans le même sens. Réciproquement, si l'on fait tourner un aimant en fer à cheval au-dessous d'un disque de cuivre, le disque se met en marche dans le même sens. Dans ces deux expériences, le mouvement ne se produit pas avec un disque formé d'une substance isolante, ou même si l'on a pratiqué dans le disque de cuivre un certain nombre de fentes suivant les rayons; dans ce dernier cas, le disque est comparable à un circuit ouvert, et les courants ne peuvent plus s'y propager.

On explique de la même manière l'expérience bien connue de Foucault (fig. 434). Un disque de cuivre peut tourner entre les deux pôles d'un fort électro-aimant: quand le courant ne passe pas, il suffit d'un faible effort pour mettre le disque en mouvement. Dès qu'on fait passer le courant, le disque s'arrête; si l'on essaye de le remettre en marche, on constate qu'il faut faire un effort beaucoup plus considérable, et qu'il s'échauffe rapidement: le surcroît d'énergie dépensé dans ce cas est donc transformé en une quantité équivalente de chaleur.

M. Violle a pu déterminer par ce procédé l'équivalent mécanique de la chaleur. M. Tyndall a remplacé le disque de Foucault par un disque creux, rempli d'éther: la chaleur développée par la rotation vaporise l'éther, et le bouchon est projeté. C'est à cause de l'expérience précédente qu'on donne souvent le nom de *courants de Foucault* aux courants d'induction développés dans les masses métalliques.

INDUCTION SOLAIRE. — Explication des variations du magnétisme terrestre par des effets d'induction dus à l'action directe du soleil. Quet a publié divers mémoires à ce sujet. Il a trouvé, pour les principales forces élémentaires d'induction, une période d'un jour solaire moyen, une inégalité horaire de douze mois, une variation annuelle et une période dont la durée est égale à celle de la rotation apparente du soleil autour de son axe. Il a examiné également l'influence des orages électriques du soleil sur la terre.

INDUCTOMÈTRE. — Appareil imagin
M. Miot pour l'exploration des champs m
tiques, et fondé sur le même principe q
galvanomètre à mercure. Il est formé d'un
horizontal plein de mercure (fig. 435), au m

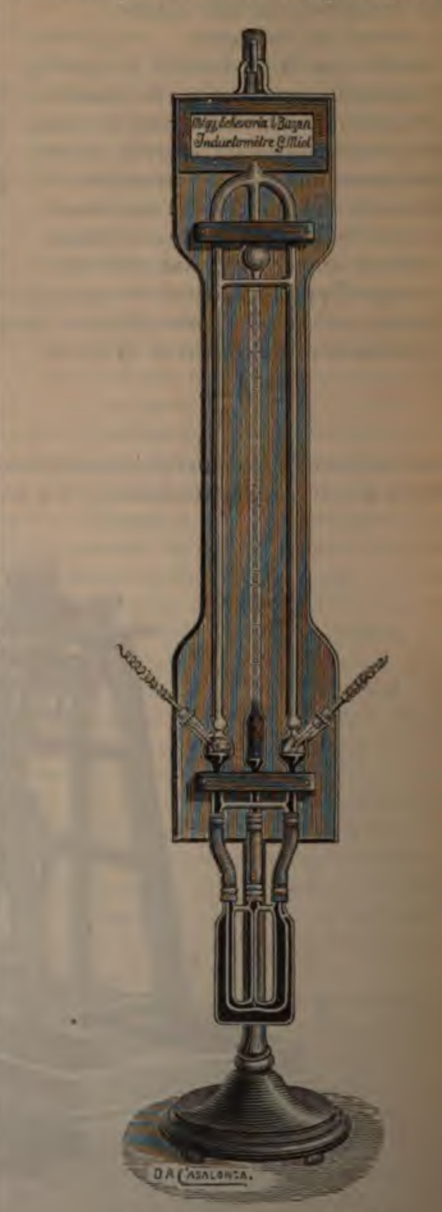


Fig. 435. — Inductomètre Miot.

duquel est soudé un tube vertical; aux
extrémités plongent deux électrodes fixées
des bouchons de caoutchouc. Si le tube
rieur est placé normalement aux ligne
force magnétique, dans un champ d'intens

et que le mercure soit parcouru par un courant d'intensité i, ce liquide exerce sur les parois une pression proportionnelle à H et à i, et s'élève par suite dans le tube du milieu jusqu'à une hauteur a. On a donc

$$a = kHi.$$

De là un moyen de déterminer H. La constante k peut être déterminée expérimentalement, ou calculée en écrivant que l'action électrodynamique est équilibrée par le poids du liquide soulevé. L'action électrodynamique est

$$\lambda Hi,$$

λ étant la plus grande longueur de la section de raccordement des deux tubes. Si s est la section du tube vertical, et d la densité du mercure, le poids est

$$sa.u.$$

On a donc

$$\lambda Hi = sad,$$

et par suite

$$k = \frac{\lambda}{sd}.$$

La partie inférieure de l'instrument, qui constitue l'explorateur, est formée, sur une longueur de 5 à 6 centimètres, par un tube très aplati, de 0,7 à 0,8 millimètre d'épaisseur, qui est relié à l'appareil par des tubes de caoutchouc, de sorte qu'on peut lui donner toutes les inclinaisons, et le placer dans les intervalles les plus réduits, sans changer la constante de l'appareil.

Pour augmenter les variations de niveau, le tube du milieu porte une ampoule et le mercure est surmonté d'une couche d'alcool. Un faible déplacement du mercure suffit pour faire monter rapidement l'alcool. Les hauteurs d'alcool sont encore proportionnelles à l'intensité du champ et à celle du courant. Pour soustraire le mercure et le liquide à l'air extérieur, les boules latérales sont surmontées de prolongements qui viennent se réunir à la partie supérieure du tube central.

Le mot inductomètre est encore employé comme synonyme de SONOMÈTRE. (Voy. BALANCE D'INDUCTION.)

INDUCTOPHONE. — M. Dunand a donné ce nom à un appareil qu'il a imaginé en 1882 pour la transmission de la parole. Sur deux disques de carton parallèles sont collées l'une vis-à-vis de l'autre deux spirales en fil de cuivre fin et isolé; ces deux disques sont séparés par un anneau de bois de 1 millimètre d'épaisseur et placés au fond d'une embouchure. On relie la première spirale aux deux pôles d'une pile, la seconde à un récepteur téléphonique : si l'on parle devant l'embouchure, les paroles sont perçues directement dans le téléphone.

INDUIT. — Qui est le siège de courants d'induction.

Induit d'une machine magnéto ou dynamo-électrique. — Partie de la machine dans laquelle prennent naissance les courants induits qu'on se propose d'utiliser.

La disposition de l'induit varie d'une machine à l'autre. Il peut être formé de deux ou de plusieurs bobines. (Voy. MACHINES D'INDUCTION.)

INERTIE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE. — Propriété qui se manifeste dans les métaux parcourus par un courant électrique et qui retarde les transmissions télégraphiques ou téléphoniques. Le coefficient d'inertie est sensiblement nul dans le cuivre, mais il a une valeur notable dans le fer.

INFLUENCE ÉLECTRIQUE. — Tout corps placé dans un champ électrique devient lui-même électrisé. On dit qu'il est chargé *par influence.*

Théorème de Faraday. — *Lorsqu'un corps électrisé* A *est entouré complètement par un conducteur* B, *il se produit par influence sur la face interne de* B *une charge égale et de signe contraire à celle du corps* A.

Soit en effet m la charge du corps A et m' celle de la surface intérieure de B. Traçons une surface C comprise dans l'épaisseur de B (fig. 436),

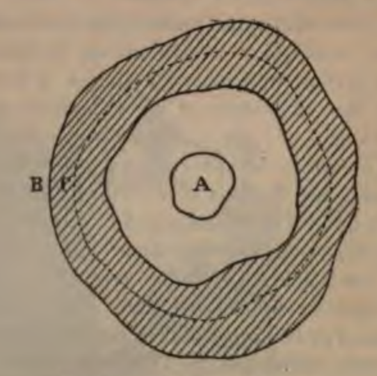


Fig. 436. — Théorème de Faraday.

et appliquons-lui le théorème de Gauss (voy. FLUX DE FORCE). Le conducteur étant en équilibre, le flux de force qui traverse la surface C est nul : d'ailleurs, il est égal au produit de 4π par la

somme algébrique des masses intérieures, qui est égale à $m+m'$. Donc

$$4\pi(m+m')=0,$$

ou

$$m'=-m.$$

Cette démonstration, que nous empruntons à MM. Bichat et Blondlot, peut se répéter identiquement, quel que soit le nombre des corps tels que A, renfermés dans le conducteur.

Remarquons de plus que, si le conducteur B est isolé, sa surface extérieure prendra nécessairement une charge $+m$, puisqu'il n'a été mis en contact avec aucun corps électrisé.

Enfin la couche $-m$ prend sur la surface intérieure une distribution qui dépend de la position relative de la masse ou des masses A ; au contraire, la couche extérieure se distribue d'une manière indépendante de la position de A, comme le ferait une couche en équilibre d'elle-même. L'action du système sur un point extérieur est la même que si cette couche existait seule.

Si l'on fait communiquer le conducteur B avec le sol, la couche extérieure disparaît ; mais rien n'est changé pour les autres.

On vérifie ces résultats à l'aide du cylindre de Faraday (voy. ce mot) qu'on relie avec un électroscope. Si l'on introduit dans ce cylindre une petite sphère électrisée et isolée, dès qu'elle se trouve à une petite distance de l'orifice, on constate, bien que l'appareil ne soit pas complètement fermé, que la déviation reste invariable quand on déplace la sphère dans tous les sens, et même lorsqu'on lui fait toucher la surface intérieure du cylindre. Ce contact n'a pas d'autre effet que d'annuler les deux charges $+m$ et $-m$ qui se trouvaient sur la sphère et sur la surface intérieure ; la charge $+m$ située sur la face extérieure et sur l'électroscope n'a pas changé.

Si l'on retire la sphère sans avoir touché le cylindre, les feuilles d'or retombent, ce qui prouve que les deux surfaces du cylindre avaient des charges égales et de signes contraires.

Si l'on touche le cylindre avec le doigt pendant que la sphère est dans l'intérieur, les feuilles d'or retombent, et la surface extérieure est seule déchargée. Si l'on amène ensuite la sphère au contact, toute trace d'électricité disparaît. Si au contraire on retire la boule, la couche $-m$, qui était sur la surface intérieure, passe à l'extérieur, et les feuilles divergent.

Il résulte du théorème de Faraday que, lorsqu'un corps électrisé est placé dans une salle à parois conductrices, ces parois prennen[t] influence une charge égale et contraire à du corps.

Supposons maintenant que, dans l'int[érieur] du conducteur B (fig. 436), on introdui[t] corps D en communication avec ce conduc[teur] il prendra une charge de signe contraire à de A, mais plus petite, puisqu'il ne f[...] qu'une partie de la surface intérieure de [...] le corps D est isolé, sa charge totale doit r[...] nulle. Il prend donc une charge de signe [con]traire à celle de A sur la partie la plus ra[ppro]chée de ce corps, une charge égale, mai[s de] même signe que celle de A, sur la partie la [plus] éloignée. Ces deux charges sont séparées [par] une ligne neutre.

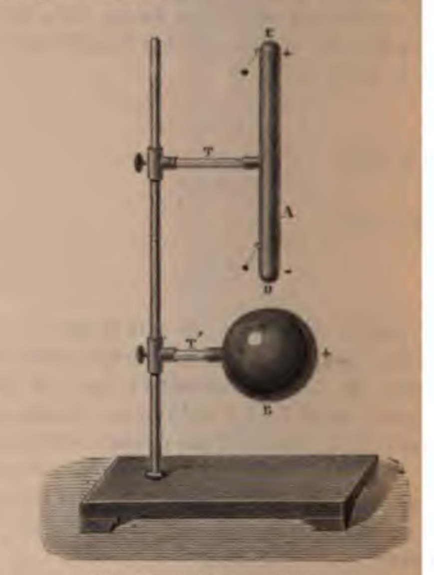


Fig. 437. — Influence électrique.

Ce dernier cas se présente lorsqu'on app[roche] d'un corps électrisé un conducteur isol[é, les] deux corps étant dans une salle B. On l[e vé]rifie ordinairement à l'aide d'une sphère [élec]trisée B (fig. 437), dont on approche un cyli[ndre] à l'état neutre CD. Si la sphère est pos[itive,] l'extrémité D se charge négativement et l'[autre] positivement ; la ligne neutre est placée v[ers le] milieu, mais plus près du point D, par exe[mple] en A. Ces deux charges sont égales, car, s[i on] décharge ou si l'on éloigne la sphère, le c[ylin]dre redevient neutre. Enfin, si l'on plac[e des] doubles pendules sur toute la longueu[r du] cylindre, on voit la divergence augmente[r de]puis la ligne neutre jusqu'aux extrémit[és, ce] qui prouve que la densité va en augmen[tant.] Si l'on touche le cylindre avec le doigt [...]

t quelconque, il reste chargé négativement. us citerons encore le théorème suivant, qui est une application de celui de Faraday.

Théorème de Poisson. — *Des masses électriques*

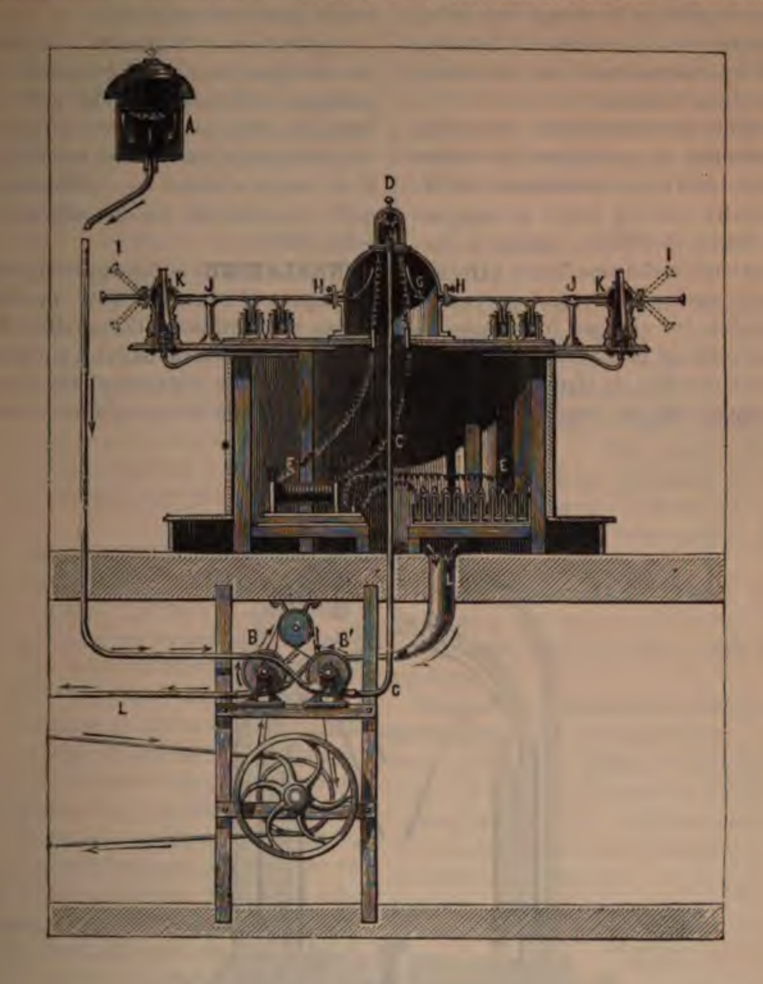




Fig. 438. — Inhalateur du Dr Huguet (de Vars).

les exercent, à l'extérieur d'une surface fer- quelconque qui les entoure, une action égale à celle d'une couche de même masse distribuée sur cette surface suivant une certaine loi.

Influence sur un corps déjà électrisé. — Si le corps soumis à l'influence possède déjà une certaine charge électrique, la charge due à l'influence se superpose à la première, de sorte que la densité en chaque point est la somme algébrique des deux densités.

Influence sur les corps diélectriques. — Les phénomènes d'influence se produisent de même avec les isolants, mais moins nettement. Sir W. Thomson a montré que ces corps se comportent, dans un champ électrique, comme si chaque molécule prenait à chacune de ses extrémités deux masses égales et contraires, ce qui revient à admettre, les charges intérieures se détruisant de proche en proche, qu'il se forme à la surface deux couches de signes contraires, à peu près comme sur un conducteur, mais avec des densités moindres. Si l'influence dure un temps appréciable, la pénétration de l'électricité altère les résultats.

Applications de l'influence. — L'influence joue un rôle dans tous les phénomènes d'électricité statique : elle explique l'attraction des corps légers, la condensation, etc. Lorsqu'on approche un conducteur isolé d'une machine électrique, il se charge d'abord par influence, puis, lorsqu'il a acquis une densité suffisante, une étincelle jaillit.

INHALATEUR. — Cet appareil, exposé par le Dr Huguet (de Vars) en 1889, présente une curieuse application de l'électricité. Il sert à introduire directement dans les voies respiratoires de l'air purifié, débarrassé des corpuscules en suspension dans l'atmosphère, et chargé d'ozone

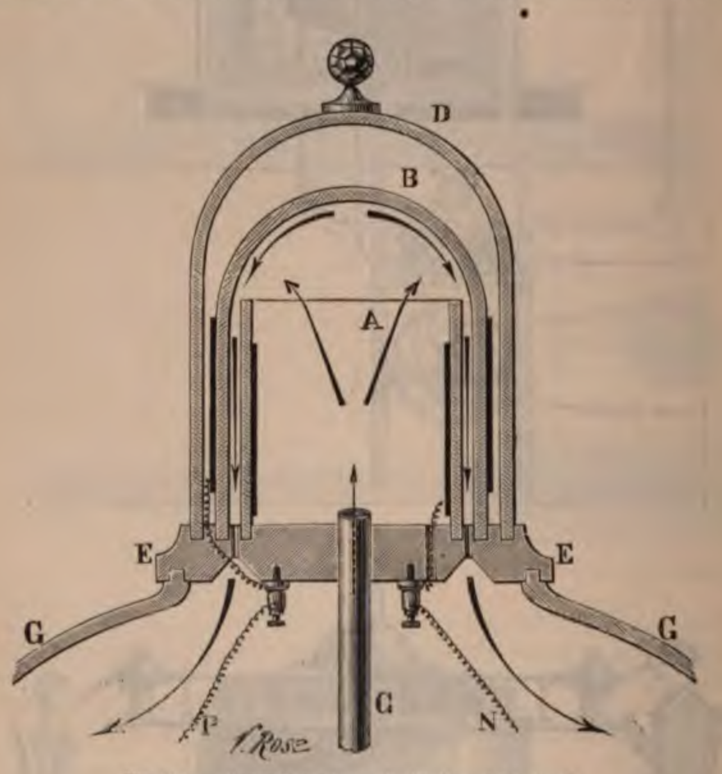


Fig. 439. — Appareil ozoniseur du Dr Huguet (de Vars).

et de principes médicamenteux appropriés à l'affection qu'on veut combattre, en même temps qu'il chasse au dehors les produits de l'expiration pulmonaire et les miasmes de la salle.

L'air, pris au dehors, traverse un filtre A (fig. 438), dans lequel une couche de coton, placée sur une toile métallique, arrête les corpuscules en suspension. Il traverse ensuite un liquide antiseptique, puis il est aspiré par un ventilateur B', qui le refoule par le tube C dans la petite cloche D, située au haut de l'appareil, et qui contient l'appareil ozoniseur. De là il va s'accumuler dans la grande cloche G, d'où il est distribué, par les valves H, dans des récipients contenant chacun une subsistance médicamenteuse différente. En ouvrant plusieurs valves,

t associer plusieurs substances. Après arboté dans ces récipients, l'air, médi- ; ou non, se rend dans l'une des ram- ›uis dans une des sphères K contenant ème de chauffage destiné à le porter à ›érature voulue. Il arrive enfin dans les nhalateurs I, terminés par des pièces à rotule, qui permettent de les tourner us les sens.

econd ventilateur B, actionné par le moteur que le premier, aspire les gaz ınt de l'expiration des malades, et les re- ı dehors par la tubulure L.

›areil ozoniseur (fig. 439) se compose lindre de verre A, recouvert d'étain in- ement, et d'une clocle B, garnie d'étain rieur; le tout est recouvert d'une cloche D se sur un socle en ébonite E. Les feuilles sont reliées par les bornes PN aux deux 'une bobine d'induction F, actionnée par e E.

CTION DES POTEAUX TÉLÉGRAPHI- — Opération ayant pour but de préserver eaux de l'action destructive de l'humi- n a essayé successivement divers anti- .es, tels que le goudron, l'huile de lin, la e, le chlorure de zinc. On les injecte or- ment de sulfate de cuivre par le procédé rie. La solution, contenant 1 kilogramme ate pour 100 litres d'eau, est placée dans ervoir un peu élevé, communiquant par aux avec la base de tous les poteaux, ıt rangés parallèlement, la pointe sur le la base élevée d'environ 1 mètre. Le li- ıntiseptique pénètre dans les vaisseaux, .ssant la sève, qui sort par la pointe. le sulfate sort à son tour par l'extré- nférieure, l'injection est terminée. On ensuite les poteaux, on les polit à la et on les empile dans un endroit bien

CTE ÉLECTRIQUE. — D'après l'*Électri-* n aurait observé deux cas d'insectes ca- de donner des secousses analogues à les torpilles.

TALLATION. — 1° *D'un poste télégraphi- téléphonique.* (Voy. MONTAGE.)

'une ligne télégraphique ou téléphonique. nomme installation *fixe* celle d'un con- r qui est arrêté à tous les poteaux, et ıtion *lâche* celle dans laquelle le con- r s'appuie sur les isolateurs sans être à tous les poteaux.

ÉGRATEUR ÉLECTRIQUE. — Instrument t à indiquer l'intensité d'un courant.

INTENSITÉ D'AIMANTATION. — L'intensité d'aimantation en un point d'un aimant est le rapport du moment magnétique d'un élément de volume pris autour de ce point au volume de l'élément, ou le moment magnétique de l'unité de volume autour de ce point. Si $2l$ est la longueur de l'élément, v son volume et m la masse de chacune de ses extrémités, l'intensité d'aimantation est

$$\frac{2lm}{v}.$$

Lorsqu'elle est constante de grandeur et de direction, l'aimantation est uniforme, et le moment total est égal au produit du volume de l'aimant par cette intensité. (Voy. AIMANT.)

INTENSITÉ DE CHAMP ÉLECTRIQUE OU MAGNÉTIQUE. — On nomme intensité du champ en un point l'intensité de la force qui agirait sur l'unité d'électricité positive ou sur l'unité de pôle magnétique placée en ce point.

L'unité d'intensité de champ est l'intensité du champ qui agit avec l'unité de force sur l'unité d'électricité ou sur l'unité de pôle magnétique.

Mesure de l'intensité du champ magnétique terrestre. — En un même lieu, l'action de la terre produit un champ magnétique uniforme (Voy. CHAMP). Pour mesurer l'intensité de ce champ, on se borne ordinairement à déterminer la composante horizontale H : connaissant d'ailleurs l'inclinaison i, on a pour l'intensité totale

$$T = \frac{H}{\cos i}.$$

Dans les appareils enregistreurs, on mesure H et Z et l'on en tire i. Pour obtenir H, on prend un barreau aimanté, dont le moment magnétique est M, et l'on mesure, comme nous allons l'indiquer, le produit MH et le quotient $\frac{M}{H}$. Le rapport de ces deux quantités fait connaître H^2.

Le produit MH se détermine par la méthode des oscillations ou par la méthode de torsion (Voy. MOMENT MAGNÉTIQUE).

Pour avoir le quotient $\frac{M}{H}$, on observe, d'après la méthode de Gauss, l'action du barreau sur une très petite aiguille aimantée, pouvant tourner dans un plan horizontal. Le barreau est placé perpendiculairement au méridien, à une distance d du centre de la petite aiguille; il peut d'ailleurs occuper deux positions princi-

pales : il peut être dirigé suivant la perpendiculaire au méridien passant par le centre de l'aiguille, ou bien au contraire avoir son milieu dans le méridien, sur le prolongement de la position d'équilibre de l'aiguille. Dans les deux cas, l'aiguille est déviée. On démontre que, dans la première position, son action sur l'aiguille est

$$\frac{Mm}{d^3},$$

m étant la masse d'un des pôles de cette aiguille. Si le petit barreau est dévié d'un angle α sous l'influence de cette force et de l'action de la terre, on a

$$\frac{Mm}{d^3}\cos\alpha = m\text{H}\sin\alpha.$$

D'où

$$\frac{M}{H} = d^3 \operatorname{tg}\alpha.$$

Si l'on choisit la seconde position, on démontre que l'action du barreau est

$$\frac{2Mm}{d^3}$$

et l'on a par suite

$$2\frac{M}{H} = d^3 \operatorname{tg}\alpha.$$

Dans les deux cas, on obtient donc une valeur de $\frac{M}{H}$, soit

$$\frac{M}{H} = k.$$

Si l'on a d'autre part

$$MH = k',$$

on en tire

$$H = \sqrt{\frac{k'}{k}}.$$

Les formules précédentes ne donnent qu'un résultat approché. On obtient une plus grande approximation en répétant l'expérience pour deux distances différentes d et d'.

On a pour la première position

$$\frac{M}{H} = \frac{d'^5 \operatorname{tg}\alpha' - d^5 \operatorname{tg}\alpha}{d'^2 - d^2}.$$

On obtient les meilleures conditions en prenant

$$\frac{d}{d'} = \frac{3}{4}.$$

Nous décrirons plus loin (Voy. MAGNÉTRE) les appareils qui servent à mesur et $\frac{M}{H}$.

A Paris, l'intensité totale et ses compo étaient au 1er janvier 1889 :

$$T = 0{,}46559$$
$$H = 0{,}19508$$
$$Z = 0{,}42275.$$

INTENSITÉ DE COURANT. — Un cou la même intensité qu'un autre lorsqu'i duit les mêmes effets dans des conditions tiques. Il a une intensité double s'il pro même effet que deux courants égaux a mier. Tous les effets des courants peuven servir à mesurer leur intensité, mais ce ne sont pas toujours proportionnels à l sité : lorsque cette proportionnalité n'exis il faut faire une graduation. On a choisi les effets des courants ceux qui se pré mieux aux mesures ; ce sont les actio miques, électromagnétiques et électrody ques.

Unité d'intensité. — Dans le systèm tromagnétique C. G. S., l'unité d'inten définit de la manière suivante. Considér petit circuit plan AB, en forme d'arc de ayant 1 centimètre de longueur et 1 cent de rayon, et plaçons à son centre un pô gnétique P égal à l'unité de pôle ; l'actio tromagnétique d'un courant traversa tend à déplacer ce pôle suivant une pe culaire au plan PAB. L'unité d'intens l'intensité du courant qui, passant dans circuit AB, exercera sur le pôle P une égale à 1 dyne.

D'ailleurs, l'intensité d'un courant est par la quantité d'électricité qui traverse l ducteur en 1 seconde. Si l'intensité du est 1, la quantité d'électricité qui traver que section en une seconde est donc l'unité de quantité.

Mais ces deux unités sont beaucou grandes pour la pratique : on se sert don tuellement d'une unité pratique appelée qui vaut 10^{-1} unités C.G.S. C'est l'i produite par une force électromotrice d dans un circuit ayant 1 ohm de résistan

Lorsque l'intensité est 1 ampère, il p 1 seconde une quantité d'électricité 1 *coulomb* (unité pratique).

Le coulomb vaut 10^{-1} unités C.G quantité.

Mesure des intensités. — 1° *Par les*

chimiques. — D'après la loi de Faraday, le poids d'un électrolyse décomposé en une seconde est proportionnel à la quantité d'électricité qui traverse la solution. La quantité décomposée en une seconde peut donc servir à mesurer l'intensité du courant en valeur absolue.

Parmi les effets chimiques, la décomposition de l'eau acidulée a l'inconvénient d'exiger des mesures de volumes gazeux toujours difficiles à effectuer avec précision ; cependant Bertin a donné au voltamètre une forme très commode, et cette méthode a l'avantage de dispenser de l'emploi d'une balance; une simple lecture suffit. L'électrode négative P' (Voy. VOLTAMÈTRE) est seule recouverte d'une éprouvette dans laquelle on recueille l'hydrogène jusqu'à ce que le niveau soit le même dans l'éprouvette et dans le vase extérieur; le gaz recueilli est alors à la pression atmosphérique. On mesure son volume V en centimètres cubes, son poids est en milligrammes

$$P = 1{,}293 . V \times 0{,}069 \frac{H-F}{,76} \frac{1}{1+\alpha t},$$

H et F étant la pression atmosphérique et la tension maxima de la vapeur d'eau (exprimées en centimètres), t la température et α le coefficient de dilatation des gaz.

Or un courant d'un ampère donne 0,01041 milligramme d'hydrogène par seconde. Si l'expérience a duré t secondes, l'intensité est

$$I = \frac{P}{0{,}01041\, t}.$$

Le manchon M peut être rempli d'eau froide pour mieux connaître la température du gaz. On recueille l'hydrogène plutôt que l'oxygène, parce que, le volume étant plus grand et la densité plus petite, on a plus de précision : en outre les actions secondaires influent moins sur le volume de l'hydrogène.

On se sert plus souvent encore de l'électrolyse d'un sel métallique tel que le nitrate d'argent. L'équivalent élevé de l'argent, qui est 108, donne à ces mesures une grande précision. On intercale dans le circuit un tube contenant du nitrate d'argent, dans lequel plongent deux électrodes de ce métal ; on détermine au bout d'un certain temps, t secondes par exemple, l'augmentation de poids de l'électrode négative et la perte de l'électrode positive, et l'on prend la moyenne de ces deux nombres, soit p mg. C'est le poids déposé en t secondes. En une seconde le poids déposé serait $\frac{p}{t}$. Pour avoir l'intensité, il suffit de connaître le poids d'argent que déposerait dans le même temps un courant d'un ampère : c'est 1,1248 mg. Les intensités étant proportionnelles aux poids d'argent, on a

$$I = \frac{p}{1{,}1248\, t}.$$

2° *Par les actions électromagnétiques.* — La méthode précédente a l'inconvénient de demander un certain temps, pendant lequel l'intensité peut varier : elle ne permet pas alors de constater ces variations, et donne seulement l'intensité moyenne. Elle exige en outre que le courant soit capable de décomposer l'eau ou les sels. Aussi emploie-t-on plus souvent l'action sur l'aiguille aimantée.

Les boussoles des tangentes et des sinus donnent également des indications absolues, à condition qu'on les ait tarées une fois pour toutes.

Avec le premier instrument, on a

$$I = \frac{H}{G} \operatorname{tg} \alpha,$$

H étant la composante horizontale du champ terrestre et G la constante de l'instrument, c'est-à-dire l'action qu'il exercerait sur un pôle d'aiguille de masse 1, étant parcouru par un courant d'intensité 1. H est connue; on peut déduire G des dimensions du cadre. On peut encore tarer l'instrument en y faisant passer un courant d'intensité connue, ce qui détermine le rapport $\frac{H}{G}$.

Les mêmes remarques s'appliquent à la boussole des sinus, pour laquelle on a

$$I = \frac{H}{G} \sin \alpha.$$

Les galvanomètres servent surtout à comparer les intensités relatives des courants, lorsqu'on n'a pas besoin de mesures absolues : lorsque les déviations sont un peu grandes, on est obligé de graduer l'instrument. Cependant les galvanomètres étalonnés (ampèremètres) donnent l'intensité en valeur absolue.

On peut même obtenir des indications absolues avec un galvanomètre ordinaire, si on l'a préalablement taré par comparaison avec une boussole des tangentes, ou en y faisant passer le courant d'une pile de force électromotrice connue et en mesurant la résistance totale du circuit.

3° *Par les actions électrodynamiques.* — On peut employer enfin les électrodynamomètres;

ils ne sont pas généralement aussi sensibles que les galvanomètres, mais ils ont l'avantage de se prêter à la mesure des courants alternatifs, d'être indépendants du champ magnétique extérieur et enfin de donner facilement des mesures absolues : nous signalerons notamment les *ampères étalons* décrits plus haut (Voy. ÉLECTRODYNAMOMÈTRES).

4° *Mesure indirecte.* — On peut encore déduire l'intensité de la loi d'Ohm, connaissant la différence de potentiel e aux deux extrémités d'une résistance connue R intercalée dans le circuit.

$$I = \frac{e}{R}.$$

La Compagnie Edison-Swan construit des bobines étalons de $1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}, \frac{1}{1000}$ ohm, destinées à cette mesure.

La différence de potentiel est mesurée en volts par un volmètre Edison-Swan, à lecture rapide : il suffit de multiplier la lecture par 1, 10, 100, 1000 pour avoir l'intensité en ampères. Le fil est en argent allemand, capable de supporter le courant sans trop s'échauffer : il est renfermé dans une boite ronde en métal portant les bornes nécessaires pour les communications. Le voltmètre est disposé pour servir aussi avec les courants alternatifs. Une lame de cuivre permet de mettre l'appareil en court circuit.

INTENSITÉ D'ÉLECTRISATION. — D'après la théorie de W. Thomson, un diélectrique, placé dans un champ électrique, prend à sa surface une couche développée par polarisation, et dont la densité μ est en chaque point proportionnelle à la composante normale du champ en ce point

$$\mu = i f \cos \alpha.$$

f étant l'intensité du champ en ce point dans le diélectrique, et α l'angle de la direction du champ avec la normale à la surface : i est le coefficient d'*électrisation*. Cette quantité est liée à la constante diélectrique k par la relation

$$k = 1 + 4\pi i.$$

Enfin le produit if est appelé *intensité d'électrisation*, par analogie avec l'intensité d'aimantation.

INTERCOMMUNICATION ÉLECTRIQUE. — On donne le nom d'intercommunication aux systèmes imaginés pour permettre aux voyageurs d'un train en marche d'appeler les employés. On donne encore ce nom aux systèmes qui ont été essayés pour mettre les employés d'un train en marche en communication avec les agents des gares.

Le système électrique employé pour permettre aux voyageurs d'appeler le conducteur pendant la marche du train est généralement celui de M. Prudhomme. Nous prendrons pour exemple la disposition adoptée par la Compagnie du Nord, qui a été complétée par le Service du Matériel et par le Service télégraphique de cette Compagnie.

Deux fils isolés vont d'une extrémité à l'autre du train, et aboutissent, dans chacun des fourgons extrêmes, à une pile et une sonnerie. Le tout constitue un circuit normalement fermé; mais, les deux piles étant montées en opposition, aucun courant ne le traverse, et les sonneries restent muettes. Si l'on établit au contraire, dans un des wagons, une communication entre les fils de ligne en tirant le signal d'alarme, l'équilibre est rompu, et les sonneries tintent d'une manière continue.

De chaque côté du wagon, sous la caisse même de la voiture, est fixé un câble isolé. L'un des câbles relie deux buttoirs placés aux extrémités du wagon, et se prolonge d'un bout à l'autre des trains au moyen des barres d'attelage avec lesquelles il communique pour prendre la terre; afin de suppléer au défaut de communication de ces barres entre elles, on les relie encore par les plaques de garde aux essieux et par suite aux rails. L'autre câble se bifurque en arrivant à l'arrière et à l'avant du véhicule : une des branches, constituée sur une certaine longueur par une corde en cuivre souple bien isolée, porte un fort anneau en bronze ou en fonte malléable; l'autre branche aboutit à une tige à crochet qui, sous l'action d'un ressort énergique, tend à venir au contact du buttoir correspondant.

Lorsqu'on accroche un des anneaux en fonte sur une des tiges à ressort, en le faisant pénétrer jusque vers l'axe de cette tige, il s'engage dans une gorge cylindrique qui l'empêche de remonter et, dans cette position, il maintient la tige du crochet isolée du buttoir. Le crochet et l'anneau sont d'ailleurs disposés à droite et à gauche de la barre d'attelage, de manière que, lorsqu'on relie deux voitures, chaque crochet ait en face de lui l'anneau qui doit y être engagé. Quant aux anneaux placés à l'avant de la première voiture et à l'arrière de la dernière, on les engage dans les crochets fixés sur la même paroi.

Dans un train ainsi organisé, on a donc deux

solés qui vont d'une extrémité à l'autre : relie les buttoirs, les barres d'attelage et ils en un conducteur unique ; l'autre passe voiture à l'autre au moyen du contact xiste entre les tiges à crochet et les anx qui y sont engagés.

ns chaque compartiment est disposé un au suspendu à une chaînette ; en tirant nneau, on fait communiquer les deux fils, même temps on fait saillir perpendicument à la voie, à l'extérieur et de chaque du wagon, un voyant blanc qui indique le artiment d'où est parti l'appel.

par défaut d'attelage ou pour tout autre n, une ou plusieurs voitures se détachaient ain, les anneaux en fonte se trouveraient és, au point de rupture, des tiges à cro-; ces tiges retomberaient brusquement sur uttoirs, réuniraient les fils et feraient tin-s deux sonneries.

s piles sont formées de vases en ébonite nant un véritable élément Leclanché : le est logé dans un angle du vase et séparé matière active par une cloison en bois finée et percée de trous.

ique fourgon contient en outre un comteur d'appel qui permet, en tournant une tte, de faire marcher les deux sonneries. ur que les trépidations et les oscillations ain ne fassent pas tinter les sonneries, on itue à l'électro-aimant en fer à cheval électro-aimants droits, et l'on fait butter rtie supérieure de l'armature contre la che horizontale d'un levier coudé, en fer doux et cuivre, mobile autour de son axe, l'autre branche étant placée devant les pôles libres des électros. Lorsque ceux-ci agissent, ils attirent la branche verticale du levier, qui s'incline et dégage le marteau, qui peut venir frapper sur le timbre ; lorsque les électros sont inactifs, le levier revient, en vertu de son poids, à sa position première et s'oppose de nouveau au mouvement du marteau.

On vérifie rapidement l'état des piles et des sonneries à l'aide d'une poignée de résistance. C'est une bobine en forme de poignée, dont le fil a une résistance au moins égale à celle du circuit d'un train entier dans les conditions les moins favorables ; ce fil se termine par deux pièces métalliques à l'aide desquelles on ferme rapidement le circuit d'une pile et d'une sonnerie.

La Compagnie P.-L.-M. emploie un système analogue, mais le signal d'alarme ressemble aux boutons de sonnerie ordinaires.

Dans le système de la Compagnie de l'Est, étudié par M. Napoli, on a supprimé l'automaticité, qui est inutile, les trains étant munis de freins automatiques système Westinghouse.

Enfin divers systèmes ont été essayés pour établir l'intercommunication entre les trains et les gares. On a essayé notamment de relier l'appareil télégraphique placé dans le fourgon à la station par l'intermédiaire d'une brosse métallique frottant sur un rail isolé ; mais il est fort difficile de maintenir l'isolement du rail.

INTERRUPTEUR. — Appareil servant à fermer et à rompre un circuit. Le plus souvent, les



Fig. 440. — Interrupteurs à fiche (Bréguet).

rupteurs permettent en même temps de ger le sens du courant : ils prennent alors m de commutateurs (Voy. ce mot) ; tels généralement les interrupteurs employés les laboratoires. Nous indiquerons seunt ici les interrupteurs proprement dits.

Les interrupteurs servent surtout dans les installations d'éclairage ou dans les distributions d'énergie électrique. Il existe une foule de modèles : les unes sont formés d'une simple fiche métallique qui s'enfonce entre deux lames de cuivre et les réunit ; la figure 440 en

montre deux modèles dont l'un est muni d'un coupe-circuit. D'autres sont formés d'une manette qui tourne autour de son centre et vient fermer le circuit en s'appuyant sur une lame métallique : tels sont ceux qu'on emploie souvent sur les lignes télégraphiques ; nous en donnons une figure au mot PARATONNERRE.

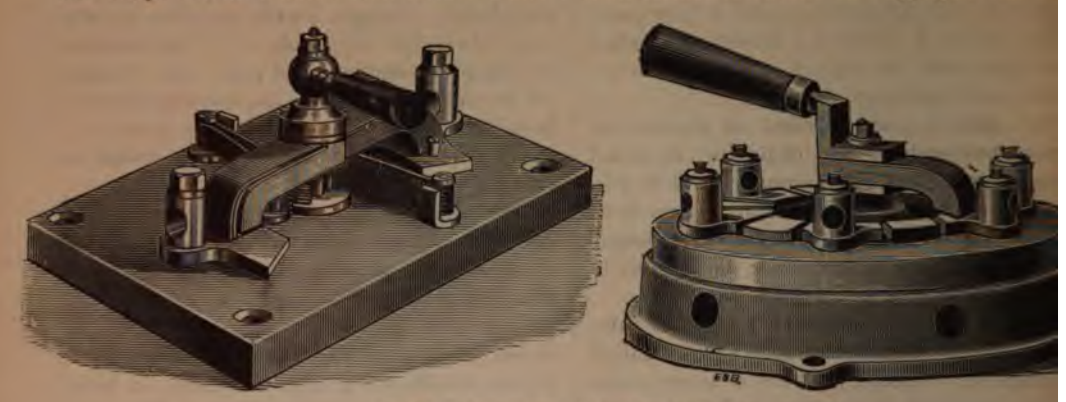


Fig. 441. — Interrupteurs Woodhouse et Rawson.

La figure 441 en représente d'autres types, destinés à des courants plus intenses, et fabriqués par MM. Woodhouse et Rawson. Dans ces appareils, la manette est composée d'un certain nombre de minces bandes de laiton, qui sont réunies seulement au centre, et forment autant de ressorts indépendants qui pressent de champ sur les contacts. Le second modèle est spécialement destiné aux accumulateurs. Pour éviter de mettre la source en court circuit, on a placé sous le socle d'ardoise une bobine de résistance convenable, montée sur un cadre de fibre vulcanisée. Le tout est vissé sur un socle creux en fonte, percé de trous pour laisser passer l'air et empêcher l'échauffement.

Pour les courants intenses, la tige métallique est souvent double et rompt le circuit en deux points à la fois, afin d'éviter les étincelles d'extra-courant, qui détériorent rapidement les surfaces ; tels sont les modèles de la Société Edison (fig. 442), de la maison Bréguet (fig. 443).



Fig. 442. — Interrupteur Edison.





Fig. 443. — Interrupteur Bréguet.

Dans d'autres modèles, la tige isolante qui sert à manœuvrer l'interrupteur présente la forme

ne clef de robinet, de sorte que la ma-uvre à faire pour allumer ou éteindre les ipes commandées par l'appareil est la même pour ouvrir ou fermer un bec de gaz : tels sont ceux de la figure 444 construits par MM. Woodhouse et Rawson. L'usage de ces appareils se comprend à l'inspection du dessin : ils sont formés de plusieurs ressorts superposés,

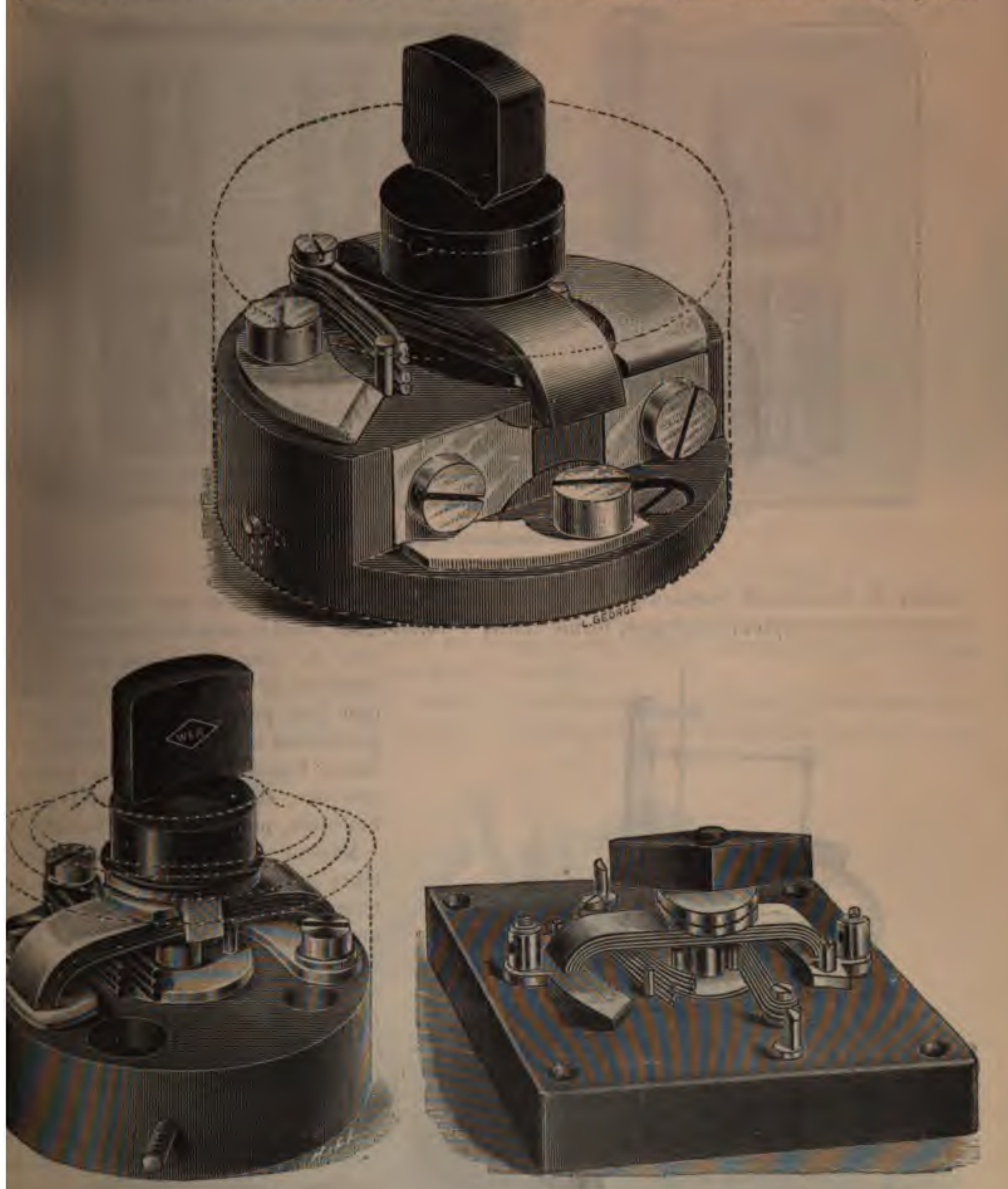


Fig. 444. — Interrupteurs Woodhouse et Rawson.

nis seulement au centre, et exerçant une ssion énergique sur les contacts. Le premier muni d'un coupe-circuit à lame de plomb l'un couvercle métallique, indiqué en traits cinés.

nfin la figure 443 montre des interrupteurs destinés à des circuits importants. Le premier est muni d'un coupe-circuit magnétique (Voy. ce mot). Le second est un interrupteur double avec coupe-circuit fusibles.

Interrupteurs automatiques. — On fait souvent usage dans les laboratoires d'instruments des-

tinés à produire dans un circuit des interruptions régulières et plus ou moins fréquentes. Tel est l'interrupteur à mercure de Foucault que nous avons décrit et figuré à propos de l

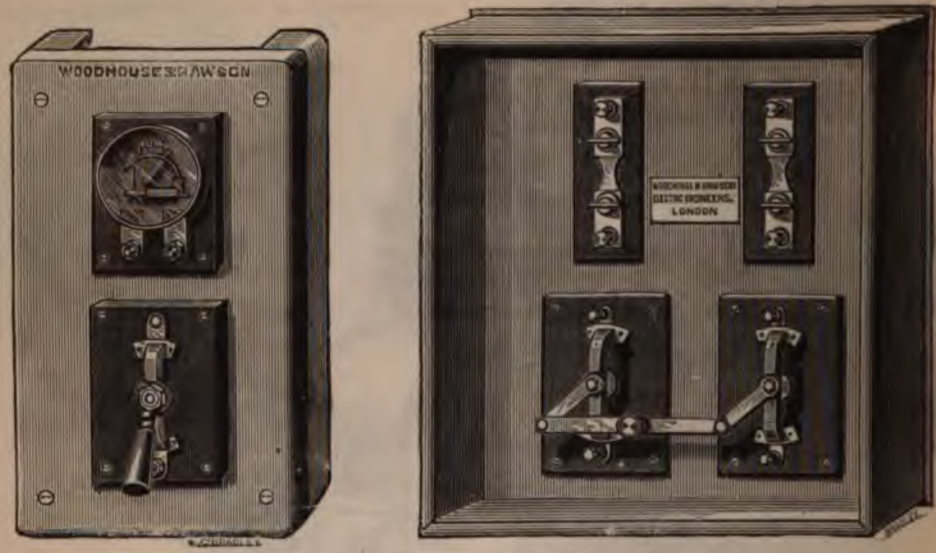


Fig. 445. — Interrupteurs Woodhouse et Rawson.

bobine de Ruhmkorff. Spottiswoode a fait construire un interrupteur analogue, formé d'une

Fig. 446. — Interrupteur rapide de Spottiswoode.

pointe métallique qui reçoit d'un mécanisme d'horlogerie un mouvement alternatif de bas en haut (fig. 446), et vient ainsi plonger à inter valles égaux dans le mercure placé au fond d'u vase de verre. La fréquence des inter ruptions se règle au moyen d'ailettes, que l'on peut tourner de façon qu'elles présentent à l'air plus ou moins de résis tance. Une couche d'alcool recouvre le mercure, comme dans l'interrupteur de Foucault, pour empêcher les étincelles.

Masson et Bréguet ont employé, dans leurs expériences sur l'induction, un interrupteur qu'on désigne souvent sous le nom de *rhéotrope*. C'est une roue de verre dont la circonférence est recouverte d'une bande de cuivre, continue sur une moitié de sa largeur et formée sur l'autre moitié de dents métalliques, séparées par des espaces vides qui laissent voir le verre. Deux ressorts, placés de part et d'autre de la roue, amènent le courant ; ils frottent l'un sur la bande continue, l'autre sur les dents. Lorsqu'on tourne la roue, ce dernier rencontr alternativement les dents métallique et le verre ; le circuit est fermé dans premier cas, ouvert dans le second. C appareil, adapté aux premières bobines Ruhmkorff, est encore utilisé quelquefo

M. Gordon a employé, pour ses expérien sur la constante diélectrique, un interrupte

à grande vitesse (fig. 447), fondé sur le même principe et formé d'une petite machine électro-magnétique, dont le volant a environ 5 centimètres de diamètre. Soixante fentes sont pratiquées sur la circonférence de ce volant et remplies d'ébonite : un ressort léger appuie sur

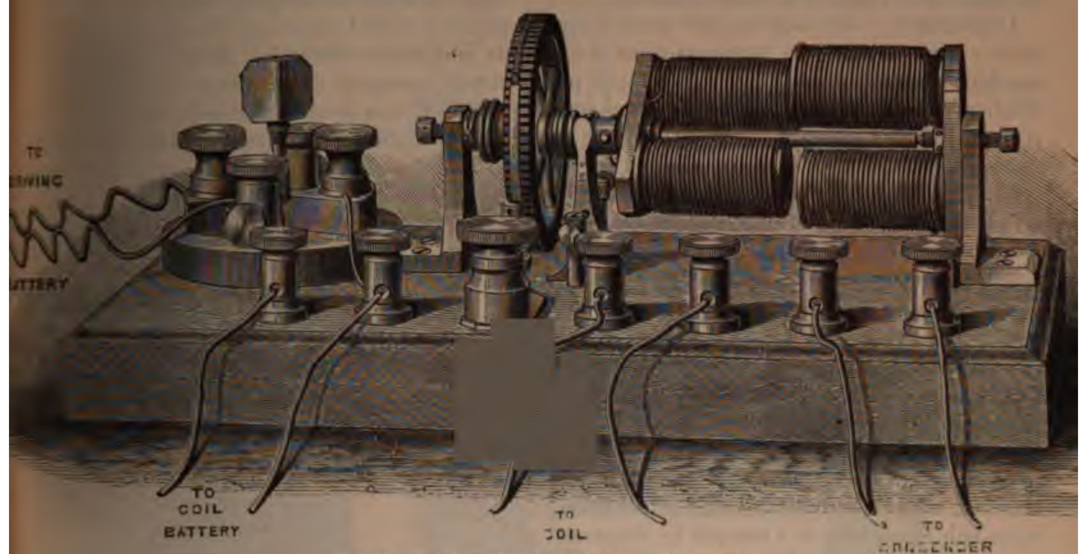


Fig. 447. — Interrupteur à grande vitesse de Gordon.

To driving battery = à la pile du moteur; *To coil battery* = à la pile de la bobine; *To coil* = à la bobine; *To condenser* = au condensateur.

la circonférence et le courant doit passer du ressort au volant. Il y a donc 60 fermetures et 60 ruptures par tour. La machine faisait exactement 100 tours par seconde ; le courant était donc établi et rompu 6,000 fois par seconde.

La figure 448 montre un interrupteur automatique industriel, destiné aux installations qui

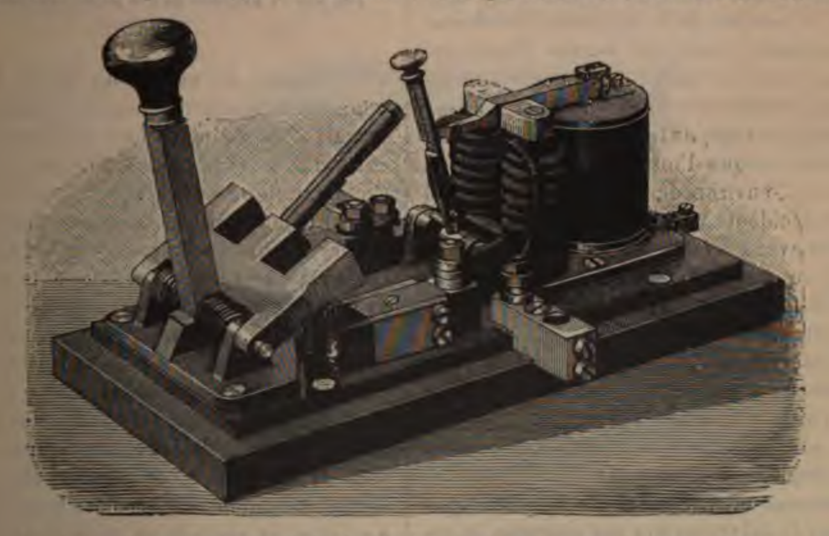


Fig. 448. — Interrupteur automatique (Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort).

emploient plusieurs dynamos. On relie les deux pôles de toutes les machines à deux rails communs sur lesquels sont branchés tous les circuits, de sorte que l'on n'a que le seul contrôle de la tension aux rails à faire et que la charge totale se répartit sur les différentes dynamos, dans une proportion facilement réglable, au moyen de rhéostats placés dans le circuit in-

ducteur; l'effet des variations dans un branchement quelconque (fait sur les rails) se répartit alors proportionnellement sur toutes les dynamos et devient bien moins sensible.

L'interrupteur automatique sert alors à empêcher que, si la force électromotrice d'une machine vient à décroître, par exemple par diminution de la vitesse, les autres dynamos n'envoient leur courant dans celle dont la force électromotrice a diminué.

L'appareil se compose d'un interrupteur qu'un ressort tend constamment à ouvrir, de deux bobines à gros fil et d'une languette en acier, qui est polarisée par une bobine à fil fin et qui porte un petit crochet. La languette peut osciller entre les pôles des deux bobines à gros fil, qui sont enroulées de telle façon qu'elles s'aimantent contrairement et que l'une repousse la languette tandis que l'autre l'attire. La bobine à fil fin est placée en dérivation sur le circuit; le courant principal de la dynamo traverse, avant d'arriver au rail, l'interrupteur et les bobines à gros fil; lorsque le courant a une intensité normale, l'une des bobines à gros fil repousse et l'autre attire la languette, sollicitée en sens contraire par un ressort, de telle façon que son crochet retienne une tige verticale, qui elle-même maintient l'interrupteur fermé.

Mais, si le courant décroît d'une façon considérable, l'aimantation des bobines à gros fil diminue, le crochet de la languette abandonne la tige verticale; cette tige dégage l'interrupteur, qui s'ouvre et interrompt la communication de la dynamo avec le rail.

L'appareil se règle de telle façon que le déclic se produise lorsque l'intensité du courant se réduit au 1/7 environ de sa valeur normale. Il évite les accidents qui se produisent si fréquemment avec les dynamos montées en quantité, soit au moment de l'accouplement, soit pendant le fonctionnement.

Interrupteurs médicaux. — On fait encore usage d'interrupteurs automatiques soit pour les bobines d'induction médicale, soit pour produire à l'aide d'une pile des courants interrompus, soit enfin pour certaines expériences de physiologie.

M. Chauveau et M. Boudet de Pâris ont employé pour la galvanisation par courants interrompus un interrupteur à lame vibrante associé avec un condensateur (fig. 449). Le condensateur C se charge et se décharge alternativement au moyen de l'interrupteur E, que commande une petite pile spéciale *p*. P est une pile de force électromotrice connue, dont le pôle positif est relié à l'une des armatures du condensateur C; le pôle négatif communique avec l'autre armature par l'intermédiaire de la pointe *a* et du levier L. Ce levier, mobile autour de son autre extrémité, ferme également le circuit composé de la pile *p* et de l'électro-aimant E. Les deux excitateurs sont reliés, l'un à la première armature directement, l'autre

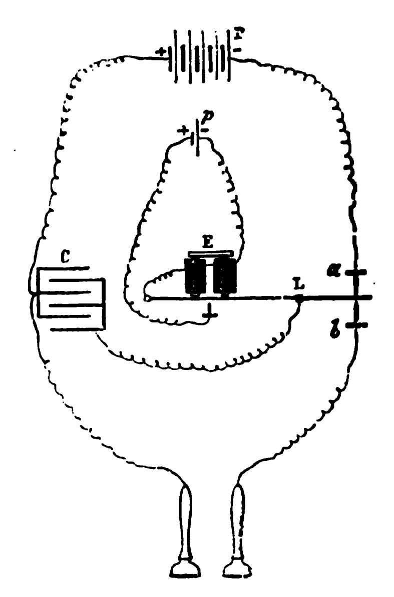


Fig. 449. — Dispositif pour la galvanisation par courants interrompus.

à la seconde au moyen du levier L et de la pointe *b*. Les interruptions du courant qui traverse l'électro-aimant font osciller le levier L entre *a* et *b*. Quand il touche *a*, le condensateur C communique avec les deux pôles de P et se charge; quand il touche *b*, le condensateur se décharge à travers les parties qu'on veut exciter. Cette méthode fournit d'excellents résultats et se prête de plus à des mesures très précises.

M. Trouvé a construit un interrupteur dans lequel un mécanisme d'horlogerie fait tourner uniformément un cylindre E, sur lequel on a tracé vingt circonférences parallèles et équidistantes. Chacune de ces circonférences porte un nombre différent et de plus en plus grand de chevilles également espacées: la première n'en a qu'une, la seconde en a deux, la vingtième en a vingt. Un stylet F se meut parallèlement à l'axe du cylindre et peut être placé au-dessus d'une quelconque des vingt circonférences; il porte à sa partie inférieure une came qu'un ressort appuie sur le cylindre. Chaque fois

chevilles soulève cette came, une n se produit. Un régulateur à ailettes modifier la vitesse du cylindre et de écuter 1, 2, 3 tours par seconde. En se servant de ce réglage et en déplaçant le stylet F, on peut faire varier dans une large mesure le nombre des interruptions par seconde. La durée des interruptions est cons-

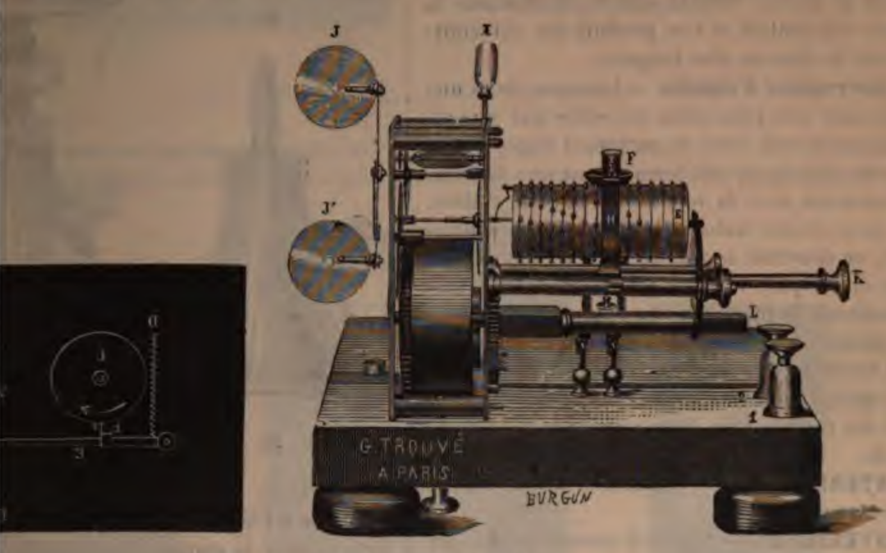


Fig. 450. — Interrupteur Trouvé.

que soit leur nombre, mais seule- une même vitesse du cylindre.
communique par sa base avec l'un de la pile; son extrémité libre se re deux pièces métalliques et touche l'une ou l'autre, suivant que la pointe repose sur le cylindre ou se trouve soulevée. En faisant communiquer l'autre pôle de la pile avec l'une ou l'autre de ces pièces, on peut faire que le courant passe lorsque le stylet s'appuie

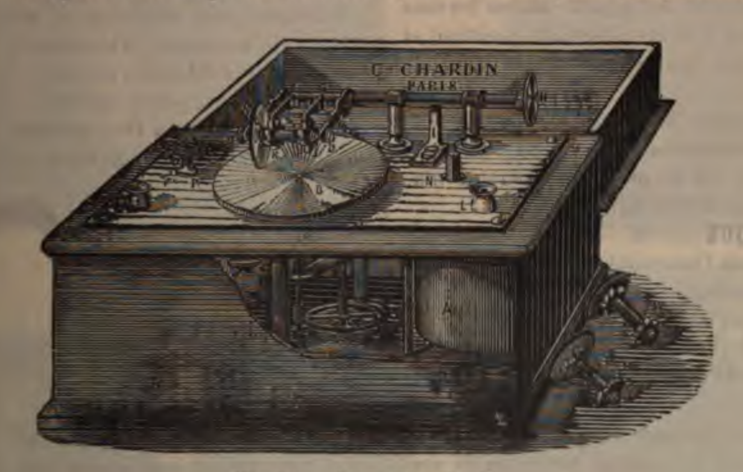


Fig. 451. — Interrupteur Chardin.

ndre, comme nous l'avons supposé au contraire lorsqu'il est soulevé. pteur de M. Chardin (fig. 451) se com- plateau métallique B, qui reçoit du A un mouvement uniforme, et d'un galet C, qui frotte sur le plateau et tourne plus ou moins vite, suivant qu'il est plus ou moins éloigné du centre. L'axe de ce galet porte une pièce métallique, en forme de V allongé, communiquant avec l'un des pôles de la pile, et sur

laquelle vient frotter un ressort qui est relié à l'autre pôle. Quand ce ressort frotte sur la base du V, qui occupe tout le diamètre de l'axe du galet, le courant est continu; mais à mesure qu'on le pousse vers la pointe, on diminue la durée du contact et l'on produit des intermittences de plus en plus longues.

Interrupteur d'aiguille. — Lorsque, dans une gare, une voie principale est reliée par une aiguille avec une voie de garage, il importe que la voie principale soit fermée tant que la communication avec la voie de garage est établie. On peut obtenir automatiquement cette protection, en couvrant la voie principale par un disque électrique, relié à un interrupteur que commande la manœuvre de l'aiguille de la voie de garage. Lorsqu'on ouvre cette voie, l'appareil ouvre le circuit et le disque se met à l'arrêt; quand on ferme la voie de garage, le courant est rétabli, et le disque ouvre la voie principale.

INTERRUPTION. — Action d'ouvrir ou de rompre un circuit.

INVERSEUR. — Appareil servant à changer le sens d'un courant. (Voy. COMMUTATEUR et RENVERSEUR.)

INVERSION. — Action de changer le sens d'un courant.

ION. — Nom par lequel on désigne les corps qui, dans une décomposition électrolytique, se rendent à l'un des pôles (d'un mot grec qui veut dire *allant*). On appelle *anions* les ions qui se rendent à l'anode (électrode positive) et *cathions* ceux qui vont à la cathode (électrode négative).

ISOCLINE (LIGNE). — Ligne passant par tous les points de la surface terrestre où l'inclinaison magnétique est la même. L'équateur magnétique est une de ces lignes.

ISODYNAMIQUE (LIGNE). — Ligne passant par tous les points où l'intensité du champ terrestre est la même. Ces lignes présentent une certaine analogie avec les isothermes.

ISOGONIQUE (LIGNE). — Ligne passant par tous les points de la terre où la déclinaison est la même.

ISOLANT. — Les corps mauvais conducteurs sont aussi nommés isolants, parce qu'ils servent à empêcher la déperdition de l'électricité statique ou dynamique. Les plus employés sont le caoutchouc, l'ébonite, la gomme-laque, la gutta-percha, la paraffine, la soie, le coton, etc.

ISOLATEUR ou **ISOLOIR.** — Support servant à isoler les conducteurs chargés d'électricité ou traversés par un courant.

Pour les corps électrisés, on emploie géné lement l'isoloir de M. Mascart (fig. 452). C



Fig. 452. — Isoloir de M. Mascart.

une sorte de carafe en verre, dont le fon prolonge à l'intérieur en une tige qui vient tir à travers le goulot, et supporte un plat métallique. Cette tige est maintenue const ment sèche par une couche d'acide sulfuri concentré, placée dans le flacon. Un coulant, glisse le long de la tige, permet de fermer p que complètement la carafe, mais sans éta de communication avec la surface extérieur verre.

Isolateurs pour sonneries. — Pour les ins lations de sonneries, d'avertisseurs, et de les appareils analogues, on emploie souvent isolateurs en os, petits cylindres creux fixés mur par des clous à tête arrondie, et des c chets émaillés destinés surtout aux encoign



Fig. 453. — Isoloirs en os et en fer émaillé.

(fig. 453). Ces précautions ne nous parais utiles que pour les lieux humides; dans les droits secs, il suffit d'employer des fils bien lés par une enveloppe de gutta et une couch coton.

Isolateurs téléphoniques. — Pour fixer des




Fig. 454. — Isolateurs en bois pour fils et câbles (Grivolas).

isolés le long des murs à l'intérieur des maisons, on fait usage d'isolateurs semblables aux précédents ou de tasseaux en bois, qui les isolent mieux des murs, séparent les différents fils et

Fig. 455. — Isolateurs en porcelaine (Bréguet).

maintiennent entre eux un écartement constant (fig. 454). La même disposition sert aussi pour des câbles.

Isolateurs télégraphiques. — Les fils de fer galvanisé, qui forment les lignes aériennes des télégraphes et des téléphones, sont généralement

soutenus par des isolateurs en porcelaine vernissée; cette substance, moins isolante que certaines autres, l'ébonite, par exemple, est celle qui résiste le mieux aux influences atmosphériques; elle se mouille moins uniformément par la pluie et sa surface ne s'altère pas avec le temps; celle de l'ébonite, au contraire, devient rugueuse et retient facilement la poussière. Ces appareils ne sont jamais complètement isolants; il y a donc avantage à diminuer autant que possible le nombre des supports, pour diminuer en même temps les pertes d'électricité. Les fils de bronze silicieux sont avantageux à ce point de vue : ils permettent d'obtenir une portée de plus de 250 mètres, tandis qu'avec l
fils de fer, qui sont plus lourds, on ne peut p
dépasser 80 ou 100 mètres. La diminution
nombre des poteaux produit en outre une ce
taine économie.

La figure 455 montre les isolateurs les pl
employés. Les deux modèles de cloches simpl
ainsi que la cloche double, représentée en cou
et en perspective, servent à soutenir les fils.
premier ne peut se fixer que sur un poteau;
second, qui est scellé au plâtre sur une tige
fer galvanisé, peut aussi bien s'implanter da
un mur; la cloche double est vissée sur u
tige qui se visse elle-même dans le bois; e
donne un meilleur isolement, puisqu'elle
terpose entre le fil et son appui une surfa
de porcelaine plus considérable. Les annea
ouvert et fermé se placent dans les angl
La poulie, d'ailleurs peu employée, se fixe
long d'un mur; elle peut supporter une as

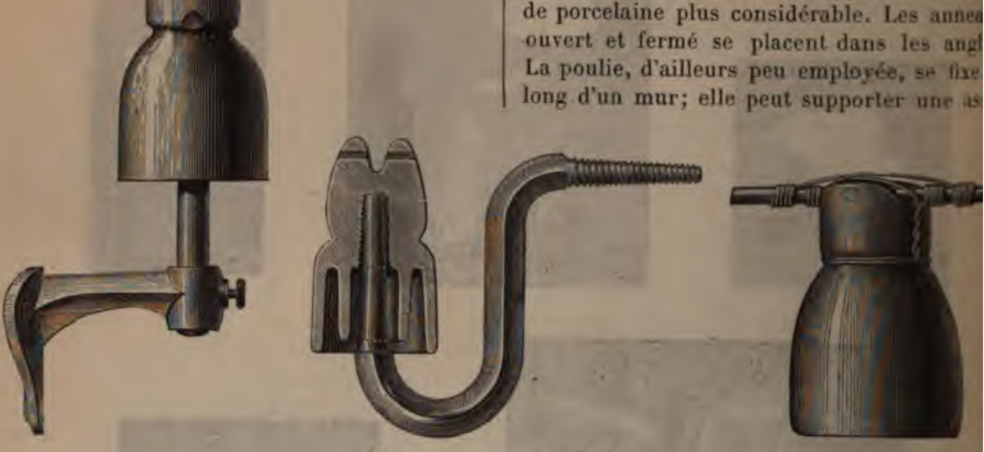


Fig. 456. — Isolateurs allemands.

forte traction, mais n'isole pas très bien. Enfin la double cloche est employée lorsqu'on veut faire entrer le fil dans un poste intermédiaire. On voit qu'un certain nombre de ces modèles se fixent par des vis à tête carrée qu'on enfonce au moyen d'une sorte de clef à écrous qu'on appelle *clef à vis tête carrée.*

Dans l'intérieur des postes, l'Administration des télégraphes emploie des cloches simples analogues au second modèle, mais plus petites.

La forme des isolateurs, leur substance et le mode d'attache des fils peuvent varier d'un pays à l'autre. On les fait parfois en verre. La figure 456 montre des isolateurs allemands. La console de l'un est formée de deux pièces distinctes; l'autre ressemble beaucoup à la double cloche de la figure précédente. Le fil est placé dans une rainure pratiquée au sommet du support et assujetti par une clavette ou maintenu par du fil à ligatures, comme le montre le troisième dessin.

Isolateurs pour la télégraphie militaire. —
France, la télégraphie militaire fait usage
plus souvent de câbles isolés; néanmoins
se sert d'isolateurs en ébonite (fig. 457), qui o



Fig. 457. — Isolateur en ébonite.

dans tous les cas l'avantage de fixer le câ
plus vite et plus solidement; ils portent u
rainure courbe qui l'empêche de glisser. Ces i
lateurs se placent sur trois espèces de c
soles; des consoles droites, qui s'emploie
pour les perches, des consoles en U pour
pièces de bois, et des consoles à angle dr
pour les murs.

les isolateurs. — Voy. Cable (Essai de nt d'un).

TION. — Action d'isoler un corps con-

— Qui est séparé par un support isolant du sol ou de tout autre conducteur.

ISOLEMENT. — État d'un corps isolé.

ISOLER. — Séparer du sol ou de tout autre conducteur par l'intermédiaire d'un isolant.

J

— On donne ce nom à des commuta-eville, analogues aux *jack-knives*, mais s de ressort, et qui servent, dans un reau, à réunir les *lignes d'abonnés*, veut mettre en communication deux ppartenant à des tableaux différents. diffère du jack-knife en ce qu'il n'a trou et pas de ressort. On réunit deux ide d'un conducteur souple terminé chevilles qu'on ans les trous. Les numérotés sui-lace qu'ils occu-le panneau, et de mêmes nu-mmuniquent entre es fils placés der-cloisons; ils per-insi de réunir mutateurs éloi-avoir recours à de cordons. (Voy. .)

NIFE. — On appelle ainsi un commu-ssort employé dans les bureaux cen-éléphones pour relier les différentes faire communiquer les abonnés, no-Paris et en Amérique. Il doit son que le ressort présentait à l'origine une lame de couteau, et à ce qu'il a é par un Français du Canada, appelé rme varie un peu suivant que les formées d'un ou de deux fils.

-knife pour simple fil se compose le de cuivre percée de deux trous t surmontée d'un ressort qui porte e pénétrant par sa pointe dans le contact fixé à l'extrémité de droite appuyer sur une pièce isolée, reliée ndicateur correspondant. Au repos, eur se trouve donc en communica-a ligne L par l'intermédiaire du ressort, et peut fonctionner si l'abonné appelle. Pour établir la communication entre deux abonnés, on réunit leurs jack-knives par un conducteur souple, terminé par deux chevilles de laiton, fendues dans toute leur longueur pour faire ressort. L'une des chevilles est placée dans le trou 1 d'un des jack-knives, l'autre dans le trou 2 de l'autre. Celle-ci soulève la goupille correspondante et par suite rompt le con-



Fig. 458. — Jack-knife pour simple fil (Société des téléphones).

tact qui existait à droite avec l'indicateur. Cet indicateur se trouve donc supprimé, tandis que le premier reste en dérivation, ce qui permet aux deux abonnés, la conversation terminée, de prévenir le bureau en appuyant sur le bouton d'appel, pour faire tomber cet indicateur. Le second indicateur doit être mis hors circuit, parce que l'existence de deux dérivations nuirait à la correspondance.

On sait que les lignes à deux fils sont beaucoup plus employées en téléphonie, parce qu'elles évitent les courants d'induction.

On fait alors usage de jack-knives plus compliqués, dont la figure 459 montre le plan horizontal et la disposition théorique. Ils sont formés de deux plaques de laiton 1 et 2 fixées parallèlement sur les deux faces d'une lame isolante, et munies à leur partie inférieure de ressorts analogues à celui de la figure 458, mais

fixés l'un à droite, l'autre à gauche; ces plaques sont représentées l'une au-dessous de l'autre pour faciliter la démonstration, mais en réalité la plaque 1 est devant la plaque 2. Ces deux plaques sont reliées d'une part aux fils de ligne LL d'un abonné et d'autre part à l'indicateur (Voy. ce mot) du même abonné.

Chacune des plaques est percée de deux trous : mais ceux D et E de la plaque 1 sont plus

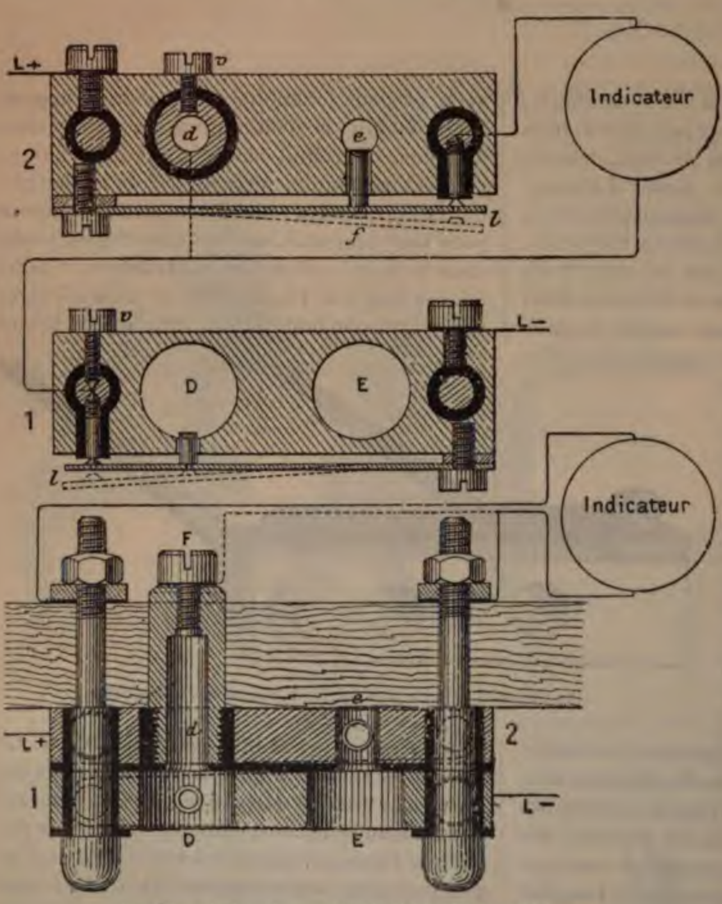


Fig 459. — Jack-knife pour double fil (Société des téléphones).

larges que ceux *de* de la plaque 2. De plus *d* est entouré d'un anneau métallique entouré lui-même d'un étui isolant, mais relié à la plaque par la vis *v*, qu'un fil relie d'une part à l'indicateur, d'autre part à une tige isolée munie d'un contact que vient toucher au repos l'extrémité *l* du ressort de la plaque 1. Dans ces conditions, si l'abonné appuie sur son bouton d'appel, il lance un courant qui arrive à la plaque 2 par L +, traverse son ressort *f l*, l'indicateur, passe par la pièce isolée au ressort

de la plaque 1, puis à cette plaque elle-m
et retourne à la pile par L —. Ce couran
tinter une sonnerie et apparaître à l'indi
le numéro de l'abonné.

Pour correspondre avec la personne q
pelle, et pour la mettre en communi
avec la personne appelée, l'employée se s
chevilles (fig. 460), formées de deux cyli
de laiton concentriques A et B, isolés l'
l'autre; ces deux cyli
sont fendus, pour
ressort, et le cylind
dépasse l'extrémité d
lindre extérieur B. Ce
lindres sont reliés à
fils renfermés dans un
ducteur souple, à l'
bout duquel est fixé,
une autre cheville
blable, soit un app
microtéléphonique de
à l'employée.

Ceci posé, lorsque l'
d'un abonné se fait
tendre, l'employée r
le drapeau de l'indic
et introduit en E*e* la
ville reliée à son app
microtéléphonique, c
isole l'indicateur et m
appareil à sa place da
circuit. Elle envoie
un courant qui fait t
la sonnerie de l'abo
celui-ci, prévenu, déc
son téléphone, qui se tr
intercalé automatique
dans le circuit, et in
la personne avec laqu
désire communiquer.

L'employée enlève
la cheville de son app
et prend un cordon s
terminé par deux chev
qu'elle introduit l'une dans l'ouverture D
jack-knife de la personne qui appelle, l'
dans le trou E*e* du commutateur de la pers
appelée. Dans le premier appareil, la ch
a poussé la goupille isolante qui pénètre
et rompu le contact établi à gauche avec l
isolée; dans le second commutateur, la ch
a rompu, à droite de la plaque 2, le contact
l'indicateur, qui se trouve ainsi hors du ci

Le courant arrive par L+ au premier
knife et se divise en deux dérivations

a à l'indicateur par le ressort *fl* et re-
nsuite en *d*, le contact *l* de la plaque 1
nterrompu ; en *d* ce courant rejoint l'au-
rivation qui a traversé directement la
Le courant total passe alors dans un des
conducteur souple et se rend en *e* au
nife de la personne appelée. Le contact
ort *fl* étant écarté, il passe par la pla-
t la ligne dans l'appareil téléphonique,
revient à la plaque 1 par la ligne L —,
ar E dans l'autre fil du câble souple, qui le ramène en D à la plaque 1 du premier jack-knife, d'où il retourne à l'appareil téléphonique de la personne appelant.

Le disque isolé et relié à la vis *v* qui entoure *d* sert à déterminer le rapport des deux courants dérivés qui traversent l'un cette vis, l'autre l'indicateur.

Nous avons supposé les jack-knives des deux abonnés placés dans un même tableau. S'ils sont dans des tableaux différents (Voy. TÉLÉPHONIE), on les joint respectivement à des com-

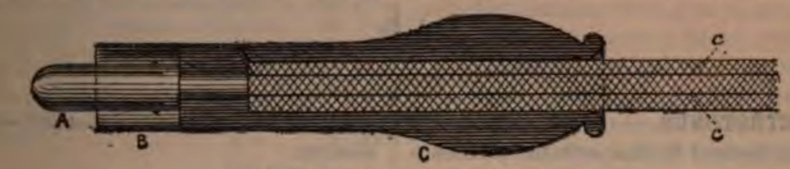


Fig. 460. — Cheville pour jack-knife.

urs auxiliaires, qu'on appelle des *jacks*.
si les lignes d'abonnés n'appartiennent pas
ne bureau, on les réunit à l'aide de lignes
ires, qui joignent les différents bureaux.

RE ÉLECTRIQUE. — Bouteille de Leyde
ndes dimensions; la réunion de plusieurs
forme une batterie (Voy. BATTERIE, BOU-
et CONDENSATEUR).

GE ÉLECTROMÉTRIQUE. — Organe de
romètre absolu de Thomson (Voy. ce
La jauge est elle-même un petit électro-
absolu qui communique avec le plateau
eur de l'appareil et permet de vérifier la
nce de sa charge. La jauge s'applique
nent à l'électromètre à quadrants.

GE DES FILS CONDUCTEURS. — On
ce nom dans le commerce à une série
néros servant à désigner la grosseur des
n se sert en France de la *jauge carcasse*
es fils fins et de la *jauge décimale* pour
s gros ; la *jauge de Limoges* est employée
ivement pour les fils de fer. La jauge
officiellement en Angleterre a reçu le
e *Standard Wire Gauge*.

auge Carcasse ou du commerce.
nètres approximatifs en centièmes de millimètre.)

DIAMÈTRE.	NUMÉRO.	DIAMÈTRE.	NUMÉRO.	DIAMÈTRE.
50	24	29	38	11
47	26	26	40	10
44	28	22	42	9
40	30	20	44	8
37	32	17	46	7
34	34	14	48	6
32	36	12	50	5

Standard wire gauge (S. W. G.)

NUMÉROS.	DIAMÈTRES en mils ou millièmes de pouce.	DIAMÈTRE en millimètres.	NUMÉROS.	DIAMÈTRES en mils ou millièmes de pouce.	DIAMÈTRE en millimètres.
0000000	500	12,5	14	80	2,0
000000	464	11,6	15	72	1,8
00000	432	10,8	16	64	1,6
0000	400	10,0	17	56	1,4
000	372	9,3	18	48	1,2
00	348	8,7	19	40	1,0
0	324	8,1	20	36	0,9
1	300	7,5	21	32	0,8
2	276	6,9	22	28	0,7
3	252	6,3	23	24	0,6
4	232	5,8	24	22	0,55
5	212	5,3	25	20	0,50
6	192	4,8	26	18	0,45
7	176	4,4	27	16,4	0,41
8	160	4,0	28	14,8	0,37
9	144	3,8	29	13,6	0,34
10	128	3,2	30	12,4	0,31
11	116	2,9	31	11,6	0,29
12	104	2,6	32	10,8	0,27
13	92	2,3	33	10,0	0,25

Il y aurait évidemment avantage à abandonner toutes ces jauges et à désigner tous les fils par la valeur de leur diamètre.

JOCKEY. — Partie vibrante d'un appareil d'appel téléphonique appelé *vibrateur*.

JOINT. — Réunion de deux conducteurs.

JOULE. — Nom proposé par W. Siemens, et adopté définitivement par le Congrès des Électriciens de 1889, pour représenter l'unité pratique de puissance mécanique, c'est-à-dire la puissance d'une machine capable de fournir un

travail égal à 1 watt (unité pratique de travail) par seconde. C'est le travail que peut donner en une seconde un courant d'un ampère avec une différence de potentiel de 1 volt, d'où le nom de *volt-ampère*, qu'on donne quelquefois au joule. Cette unité est encore désignée sous le nom de *watt-seconde*; le watt valant 10^7 ergs, le joule vaut 10^7 ergs-seconde (unité a de puissance). Le cheval-vapeur vaut 7 $\times 10^5 = 736 \times 10^7$ ergs-seconde ou 736 j

Joule (Lois de). — Voy. Échauffeme conducteurs.

JUTE. — Chanvre des Indes, employé comme isolant dans la fabrication des c

K

KATÉLECTROTONUS. — État de la partie d'un nerf qui devient le plus irritable sous l'action d'un courant constant. (Voy. Électrotonus.)

KÉRITE. — Mélange du produit de l'oxydation des huiles avec du caoutchouc vulcanisé et un certain nombre d'autres matières, cire, ozokérite, silice, etc. La kérite isole beaucoup moins bien que la gutta-percha, mais elle a l'avantage de pouvoir être employée à température élevée.

KERR (Phénomène de). — Voy. Phénomène de Kerr.

KIESSELGHUR. — Poudre siliceuse formée en grande partie de carapaces de diatomées et employée pour immobiliser les liquides dans certaines piles humides.

KINNERSLEY (Thermomètre de). — Voy. momètre.

KIRCHHOFF (Lois de). — Voy. Co dérivés.

KROTOPHONE. — Appareil téléph imaginé par M. Spaulding, de New-York formé d'un crayon de charbon dont la s'appuie sur une plaque de même subs une vis permet de régler la pression a de contact. L'appareil est réversible. Il donc d'en installer deux modèles dans cuit comprenant une pile : lorsqu'on pa vant l'un, il se produit dans l'autre un de petits crépitements (d'où le nom de l reil) qui reproduisent les sons.

L

LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ. — Laboratoire créé à Paris à la suite de l'Exposition d'électricité, pour employer une somme de 325 000 francs, représentant les produits nets de l'Exposition, et installé provisoirement à Grenelle, place Saint-Charles. Une fois installé, ce laboratoire devra pouvoir fournir tous les renseignements désirables, étalonner, essayer et vérifier tous les appareils. Il contiendra également salles de travail, bibliothèque, salles de conférences, etc.

LABOURAGE ÉLECTRIQUE. — Des expériences publiques faites en 1879 à Sermaize (Marne) à la ferme-sucrerie de M. Félix ont montré qu'on pouvait utiliser les machines Gramme pour remplacer les locomotives routières dans le labourage mécanique.

La charrue était une charrue double versement, ayant trois socs de chaqu comme celles qu'on emploie dans le rage à vapeur. Une machine à vapeur machines Gramme étaient placées d ferme. Des chariots à quatre roues, aux deux bouts du sillon, portaient deux machines Gramme réceptrices, tourner un treuil, sur lequel s'enroulait l d'acier entraînant la charrue. Quand l est achevé dans un sens, on lance, à l'ai commutateur, le courant dans les machi second chariot : le câble s'enroule dans sens, entraînant la charrue en sens inv

Des essais analogues ont été faits réce chez MM. Dumont, à Chassart, près (Hainaut).

MINÉRALE. — Scorie légère et iso-
ployée en Allemagne pour isoler les
eurs souterrains.

NISAGE. — Action de recouvrir d'un
lvanique de laiton. Ce dépôt est plus
employé que celui de cuivre rouge
menus objets en fer ou en zinc. Cette
se fait comme le cuivrage, mais la
ion des bains est différente.

laitonisage à froid pour tous métaux.

de cuivre (récemment préparé	100 gr.
de zinc (récemment préparé).	100 —
de soude....................	200 —
le soude....................	200 —
de potassium pur............	200 —
énieux......................	2 —
aire........................	10 litres.

u'on se serve d'anodes en laiton, la
ion du bain ne reste pas constante ; il
litionner de temps en temps de sel de
e sel de zinc et d'acide arsénieux dis-
s le cyanure de potassium. Il a du
marche d'autant plus régulière qu'il
vieux et qu'il a été plus souvent re-
sels.

ÉLECTRIQUE. — Appareil servant à
de la lumière électrique. On peut di-
lampes en *lampes à arc voltaïque* et
incandescence. Les *bougies électriques*
mot) sont des lampes donnant un petit
pourvues de tout mécanisme.

à arc ou Régulateurs. — Ce sont les
ennes. Nous avons indiqué plus haut
se produit l'arc électrique (Voy. ce
andonné à lui-même, l'arc ne tarderait
teindre, la combustion des charbons
nt rapidement sa longueur et par
résistance. Les régulateurs ont pour
pprocher automatiquement ces char-
e les maintenir à une distance conve-
ivant l'intensité du courant, ce qui
l'assurer l'éclairage pendant un temps
certains modèles remédient aussi à
égale des charbons et maintiennent
umineux à une hauteur fixe.

régulateur doit satisfaire aux condi-
antes : les charbons restent au con-
d le circuit est ouvert, s'écartent à la
voulue dès que le courant passe, se
nt ou s'éloignent suivant les varia-
tensité, et reviennent au contact pour
e courant s'il se trouve par hasard
pu.

actuellement une telle quantité de
rs qu'il nous est impossible d'essayer de les décrire tous. Il est même difficile d'établir une classification de tous ces modèles. Cependant on les divise ordinairement en régulateurs *monophotes* et *polyphotes*. Les premiers sont ceux dont le système d'éclairage est tel qu'on ne peut placer qu'un seul appareil en tension sur un circuit électrique. Les régulateurs polyphotes permettent au contraire de placer plusieurs foyers en tension sur un même circuit. On appelle lampes différentielles celles dont les charbons sont commandés par deux électro-aimants, l'un à gros fil, placé dans le circuit principal, l'autre à fil fin, monté en dérivation. Le premier maintient les charbons écartés. Lorsque la résistance de l'arc augmente, l'intensité croît dans la dérivation, et l'électro-aimant à fil fin produit le rapprochement des charbons. Nous décrirons un certain nombre de modèles choisis parmi les plus employés, les plus intéressants ou les plus nouveaux.

Régulateur Foucault et Duboscq. — Foucault inventa en 1849 le premier régulateur, qui fut depuis perfectionné par Duboscq. Les deux charbons sont fixés à deux crémaillères qui engrènent en sens inverses avec deux roues dentées montées sur le même axe, mais dont l'une a un nombre de dents double de celui de l'autre. Lorsque les roues tournent dans un sens ou dans l'autre, les deux crémaillères se meuvent en sens contraires et les deux charbons s'éloignent ou se rapprochent à la fois. De plus le charbon positif, qui s'use le plus vite, est monté sur la crémaillère qui engrène avec la plus grande roue, de sorte qu'il se déplace deux fois plus vite que l'autre. Grâce à cette disposition, le point lumineux reste fixe.



Fig. 461. — Régulateur Foucault-Duboscq.

Le système des deux roues est commandé par deux mouvements d'horlogerie, placés dans une boîte cubique (fig. 461), qui tendent à les faire tourner dans les deux sens. A la partie inférieure se trouve un électro-aimant embroché dans le circuit et dont l'ar-

mature est fixée à une tige qui, lorsqu'elle est verticale, arrête à la fois les deux mouvements : c'est ce qui a lieu lorsque les charbons sont à la distance voulue. Si, pour une raison quelconque, l'intensité vient à diminuer, l'armature s'écarte de l'électro, et la tige verticale, s'inclinant vers la gauche, désembraye le moulinet de l'un des mouvements, qui fait rapprocher les charbons. En s'inclinant vers la droite, cette même tige laisse libre l'autre mouvement, et les charbons s'écartent. Foucault est parvenu à réaliser l'indépendance de ces deux moteurs et à les faire agir en sens inverse sur les deux roues dentées par l'emploi d'une roue à satellites.

Cette lampe permet en outre d'élever ou d'abaisser le point lumineux pendant la marche, en faisant tourner à la main une des roues dentées du barillet principal. Cette propriété est du reste inutile pour l'éclairage industriel.

Le régulateur Foucault peut en outre fonctionner dans toutes les positions. Il est encore employé fréquemment dans les théâtres et dans les laboratoires. Mais, comme il est assez délicat et un peu susceptible de dérangement, il est à peu près abandonné pour les autres usages.

Régulateur Serrin. — Cet appareil est le premier qui ait fonctionné avec une parfaite régularité ; il a été adopté dans les premiers phares électriques.

Le charbon supérieur B (fig. 462) est positif. Il est soutenu par deux traverses horizontales : la traverse supérieure permet de le déplacer dans le plan de la figure, et l'autre de le mouvoir dans un plan vertical perpendiculaire au premier; ces deux mouvements permettent de le placer exactement sur le prolongement du charbon négatif D.

La tige massive du charbon positif passe dans une colonne creuse A et se termine par une crémaillère qui engrène avec une roue dentée; cette tige tend à descendre par son poids et à mettre en mouvement, par l'intermédiaire de cette roue, le mécanisme figuré. Lorsque ce mouvement se produit, le charbon négatif subit, de bas en haut, un déplacement moitié moindre, par l'action d'une poulie, fixée sur l'axe de la première roue dentée, et ayant un diamètre moitié plus petit. Cette poulie porte une chaîne de Vaucanson, qui passe sur une poulie de renvoi, visible à droite du dessin, et va s'attacher à la pièce F, qui dépend du porte-charbon négatif. Cette disposition a pour but de maintenir le point lumineux à une hauteur fixe, indiquée par la petite gorge circulaire qu'on voit sur la colonne creuse A.

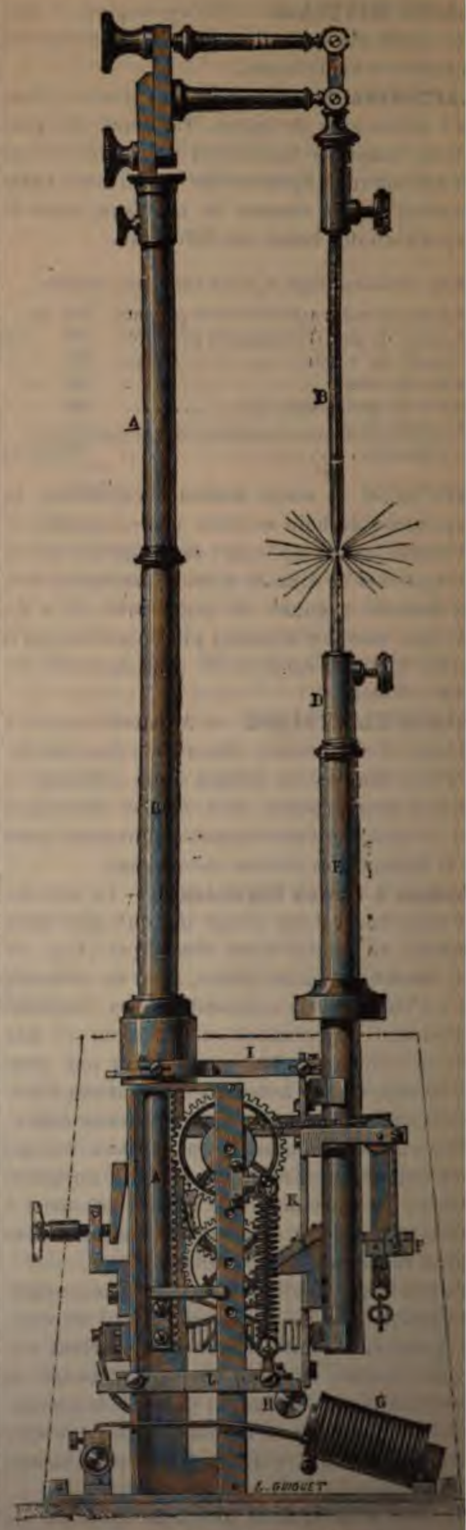


Fig. 462. — Régulateur Serrin.

e courant ne passe pas, la tige mas-
end par son poids, et entraine le
qui fait remonter le charbon né-
à ce que les deux pointes se tou-
deux charbons continuent alors à
ensemble pendant un instant, car
arbon négatif est fixé à l'un des
in parallélogramme articulé dont
I,K,L sont mobiles; le quatrième
t vertical et placé près de la tige A,
. Ce mouvement est bientôt arrêté
ierre fixée au porte-charbon négatif,
ointe vient s'engager dans un petit
é qu'on voit au bas du mécanisme.
se trouve ainsi immobilisé et les
nservent une position fixe.
n veut allumer la lampe, le courant
le charbon B et passe ensuite du
gatif à l'électro-aimant G; celui-ci
l'armature en fer doux H, fixée à
gles inférieurs du parallélogramme
r suite, le côté K s'abaisse, entraî-
rte-charbon D, et l'arc jaillit. Deux
boudin tendent à faire remonter
et à rapprocher les charbons lorsque
liminue; au contraire, lorsque l'in-
rop grande, l'attraction de l'électro-
d à les écarter. Ces deux actions
s maintiennent un écart convenable
ns pendant le fonctionnement. Quant
positif, il descend seulement lors-
it trop court, et que le charbon né-
d'une quantité suffisante pour que
oilé se trouve dégagé.
n, que l'on voit à gauche du mé-
n dehors de la boite, commande un
é qui permet, au moyen d'un ressort,
u moment de l'allumage, la position
ogramme et la distance de l'arma-
électro-aimant, pour avoir le maxi-
t de l'arc.
Serrin n'a que de petites imperfec-
que les charbons contiennent des
il en résulte des variations de résis-
ont osciller l'armature H et donnent
re une instabilité désagréable. De
ganes sont un peu délicats, et l'ap-
par la chute de la tige A, ne peut
que dans une position à peu près

que M. Berjot a modifié cet instru-
ilisant des effets différentiels pour
rapprochement des charbons, ce
de le faire fonctionner dans toutes
s.

La lampe Serrin est employée par les ministères de la guerre et de la marine.

Régulateur Gramme. — M. Gramme a imaginé en 1861 un régulateur dont les organes sont d'une simplicité et d'une rusticité remarquables. La figure 463 représente une coupe schématique de la disposition actuelle.

C'est un régulateur à action différentielle. Un électro-aimant AA, à fil gros et court, sert à éloigner les charbons; l'électro-aimant B, à fil long et fin, sert à les rapprocher. Le premier est embroché dans le circuit principal, le second est en dérivation. L'armature C du premier supporte un cadre EGE, qui porte le charbon inférieur. Deux ressorts antagonistes RR, fixés d'une part à la culasse de l'électro-aimant, d'autre part aux tiges EE en XY, soulèvent le cadre et l'armature et maintiennent les charbons en contact lorsque le courant ne passe pas.

Lorsque le courant traverse l'appareil, l'électro AA attire l'armature C, les charbons s'écartent et l'arc jaillit. Quand l'écart devient trop grand, l'intensité diminue dans le circuit principal; mais la résistance de l'arc augmentant, l'électro-aimant B à fil fin, qui ne recevait d'abord qu'une dérivation insignifiante, reçoit une fraction du courant de plus en plus grande et devient capable d'attirer l'armature I, qui est supportée par le levier L, mobile autour de l'axe V. Ce levier bascule et son extrémité S abandonne un petit volant étoilé, qu'elle maintenait immobile. Ce volant dépend d'un rouage, dont la première roue engrène, comme dans la lampe Serrin, avec la tige D du charbon supérieur, taillée en crémaillère. Le volant étant libre, cette tige descend par son poids, en faisant défiler le rouage.

Mais, pour assurer la stabilité de l'arc, il ne faut pas que le charbon supérieur descende trop vite. Pour cela, l'électro-aimant B communique avec un ressort N, sur lequel appuie une vis M, portée par le levier L. C'est par ces pièces que l'électro reçoit le courant, qui sort ensuite par le point P. Or, dès que cet électro attire l'armature I, la vis M se soulève, tandis que le ressort N est arrêté bientôt par la butté qu'on voit à droite au-dessus de lui. La dérivation est alors ouverte, le levier L retombe et arrête de nouveau le volant étoilé; le charbon supérieur cesse de descendre.

Si l'écart est encore trop grand, les mêmes faits se reproduisent; mais l'équilibre n'est jamais rompu pendant plus d'une seconde, et le foyer est d'une régularité parfaite.

Les régulateurs Gramme sont polyphotes.

Il en existe trois numéros, donnant un éclairage de 25 à 500 carcels.

Pour éviter le bruit de l'encliquetage,

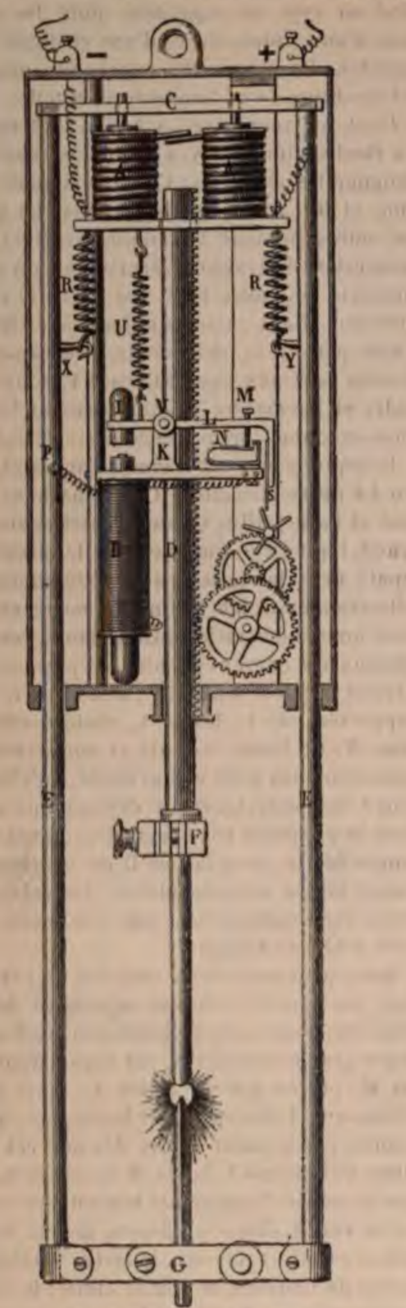


Fig. 463. — Régulateur Gramme.

M. Gramme a remplacé, pour l'éclairage intérieur, le volant étoilé et la lame d'embrayage S par un petit frein agissant sur une roue lisse.

Lampe Cance. — Cette lampe utilise encore la pesanteur pour rapprocher ou écarter les charbons. Le mécanisme est remarquablement simple. L'organe essentiel est une vis AA', qui peut tourner autour de son axe, mais sans avancer, et porte deux écrous (fig. 464). L'un de ces écrous B est placé vers la partie supérieure; son mouvement est limité vers le bas par un petit plateau fixé sur la vis. L'autre écrou C porte le charbon supérieur ou positif par l'intermédiaire de deux tiges *cc'* qui traversent la platine MM'. Le charbon inférieur est porté par les tiges FF' reliées aux précédentes par un double palan *fn*, *f'n'*. Les fils, fixés en *c* et *c'*, passent sur les poulies *n* et *n'*, puis sur *f* et *f'*, et reviennent s'attacher au centre de *n* et *n'*. Les poulies *n* et *n'* ayant un diamètre double de celui des poulies *ff'*, on voit facilement que tout déplacement de l'écrou C et du charbon supérieur produira un déplacement de sens contraire et moitié plus petit du charbon négatif. Le point lumineux restera donc fixe.

Le déplacement de l'écrou C et des charbons est obtenu par l'action des solénoïdes EE', embrochés sur le circuit général, qui renferment des noyaux de fer doux formés de deux pièces distinctes. La partie supérieure *e* est un tube de fer doux creux et fixe. La partie inférieure *g* est un cylindre de fer doux mobile, qu'un ressort R tire vers le bas, et qui est surmonté d'un cylindre de laiton *h*.

Quand le courant ne passe pas, l'écrou C, entraîné par son poids, descend, mais sans tourner, guidé par les tiges *cc'*. Les charbons arrivent au contact et restent dans cette position ; ce mouvement fait tourner la vis AA' de droite à gauche.

Dès que le courant passe, les cylindres de fer doux *g* se soulèvent, attirés par les solénoïdes et par les pièces fixes *ee'*; les cylindres *h* soulèvent le plateau HH', qui vient à son tour frotter sur la base de l'écrou B et l'entraîne dans son ascension; ce mouvement imprime à la vis une rotation de gauche à droite, qui a pour effet de faire remonter l'écrou C, et par conséquent de faire écarter l'un de l'autre les deux charbons; l'arc jaillit immédiatement; mais ce mouvement s'arrête bientôt, parce que le plateau HH' vient frotter contre le petit plateau fixe, qui limite son ascension. Si l'intensité devient trop faible, les cylindres *gg* redescendent, sous l'action des ressorts RR'; la vis AA' redevient libre, l'écrou C redescend par son poids, et les charbons se rapprochent.

Le réglage se fait en réalité par une très faible variation de l'adhérence du plateau HH'

B, et les charbons vont en se rap-
n mouvement extrêmement lent,
près continu, ce qui donne à la
fixité remarquable.

uer les frottements, les écrous ne

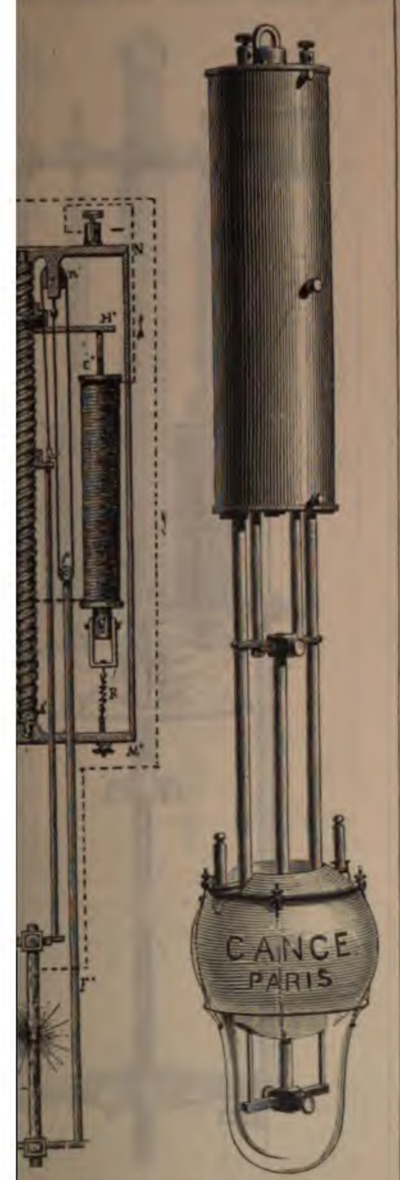


Fig. 464. — Lampe Cance.

udés à l'intérieur; ils portent seu-
goujons légèrement coniques, qui
ns les filets de la vis.

Cance se monte généralement en
e qui rend les foyers indépendants
intercaler dans le réseau des lampes à incandescence. Elle est très répandue à Paris, notamment dans les magasins du Bon Marché, à l'Administration des postes et télégraphes, au Conservatoire des arts et métiers, à la gare de l'Est, à l'Eldorado, etc.

Ces lampes donnent, avec le globe diffusant, une intensité de 40 à 45 carcels; la durée des charbons est de 8 à 9 heures.

Régulateur de Ferranti. — Cette lampe ne comprend ni engrenage ni mouvement d'horlogerie. Un axe horizontal *a* porte une poulie à gorge *b*;

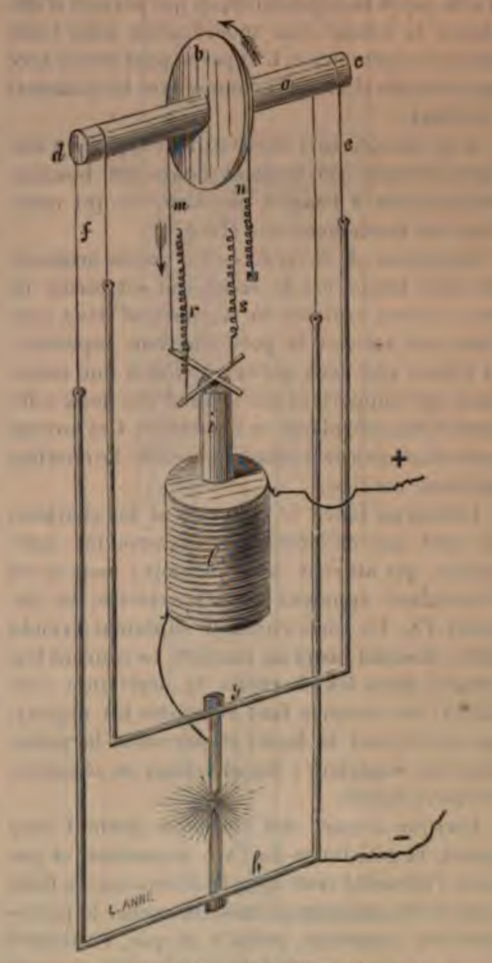


Fig. 465. — Lampe Ferranti.

sur les extrémités *cd* de l'axe passent deux cordes *ef*, soutenant les deux porte-charbons *gh*, de telle façon que l'un s'élève quand l'autre s'abaisse; comme on le voit dans la figure, cette disposition assure le fonctionnement à point lumineux fixe (fig. 465).

Le réglage et l'allumage sont produits par une armature *i* qui est attirée par un solénoïde *l*.

Cette armature est suspendue par deux ressorts *rs* et réagit sur la corde *m* passant sur la poulie *b* et fixée à un ressort *n*. Si l'armature entre à l'intérieur du solénoïde, la corde *m* agit sur la poulie à gorge et produit une rotation de l'axe dans le sens de la flèche : les deux porte-charbons s'écartent; si l'armature remonte, elle diminue la pression de la corde sur la poulie *b* et les charbons se rapprochent.

On voit que l'allumage et le réglage sont produits par la même action, tout en se réglant d'une façon indépendante, ce qui permet d'employer la lampe sans modification sous toute force électromotrice. L'appareil peut servir avec les courants alternatifs comme avec les courants continus.

Avec les courants alternatifs, le type de 8 ampères absorbe 336 watts et donne 600 bougies, soit environ 2 bougies par watt, ce qui constitue un rendement très élevé.

Régulateur A. Gérard. — La partie originale de cette lampe est le frein, qui est formé de deux pièces croisées en X, portant deux goupilles qui serrent le porte-charbon supérieur, et reliées par deux petites bielles à une entretoise que supportent les noyaux des deux solénoïdes (fig. 466) placés en dérivation. Ces noyaux sont attachés à des ressorts à boudin. Le charbon inférieur est fixe.

Lorsqu'on lance le courant, si les charbons ne sont pas en contact, il traverse les solénoïdes, qui attirent leurs noyaux; ceux-ci en descendant appuient sur l'entretoise, et ouvrent l'X. Le porte-charbon supérieur, rendu libre, descend jusqu'au contact. Le courant traversant alors les charbons, la dérivation s'affaiblit; les ressorts font remonter les noyaux, qui entraînent le frein, et par suite le porte-charbon supérieur; les charbons se séparent, et l'arc s'établit.

Lorsque l'écart des charbons devient trop grand, la résistance de l'arc augmente, et par suite l'intensité croît dans la dérivation : le frein s'ouvre de nouveau et laisse retomber le porte-charbon supérieur, jusqu'à ce que, l'intensité ayant repris sa valeur normale, les ressorts fassent refermer l'X.

Le porte-charbon supérieur forme la tige d'un piston qui se meut dans le tube central : l'air se raréfiant peu à peu au-dessus de lui, la descente se fait très lentement. Le mouvement du charbon est à peu près continu, et par suite la lumière est très fixe.

M. Gérard a établi sur le même principe un régulateur différentiel, en plaçant des solénoïdes à gros fil sur le prolongement des so[...] noïdes en dérivation.

Régulateur de Mersanne. — Les lampes [...] Mersanne fonctionnent depuis longtemps s[...] la place du Carrousel à Paris. Les charbo[...]

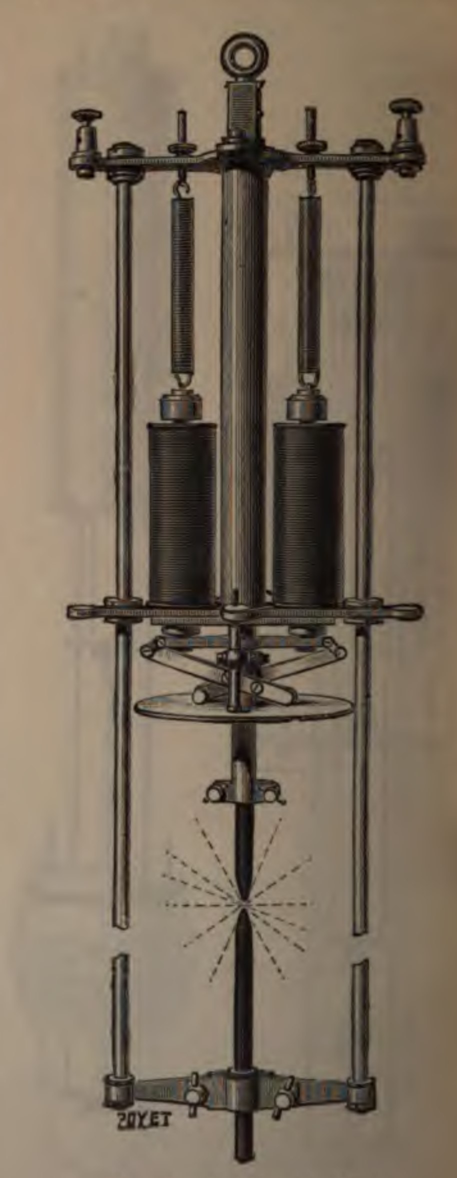
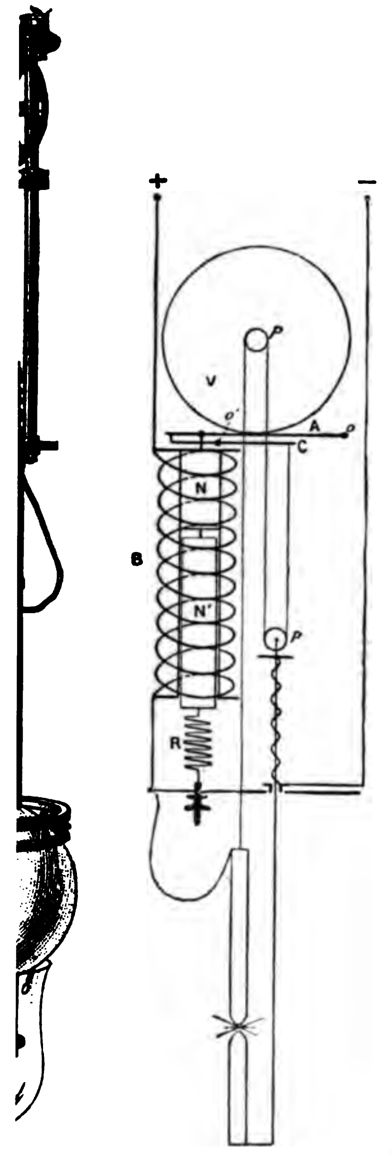


Fig. 466. — Régulateur A. Gérard.

sont horizontaux et peuvent recevoir u[...] grande longueur sans augmenter la résistan[...] car les pièces qui leur amènent le courant l[...] saisissent près du point où se forme l'arc. [...] mouvement des charbons est commandé par [...] mécanisme d'horlogerie, que l'on remonte lo[...]

ɜux électro-aimants produisent l'un ement des charbons, l'autre le re-

· *Bardon.* — Dans cette lampe, le des charbons est produit par un ınt embroché sur le circuit prin-



ɡ. 467. — Régulateur Bardon.

ıferme un noyau fixe et creux, et ɣau mobile, pouvant glisser dans premier; un ressort antagoniste R ıu vers le bas (fig. 467).
ıupérieure se trouvent un volant V p, calés sur le même axe. Au-dessous du volant sont disposés horizontalement deux leviers, l'un A servant de frein, l'autre C destiné à l'allumage. Le porte-charbon supérieur ou positif est fixé à un cordeau de soie qui passe sur la poulie p, puis sous une autre p', dont la chape fait partie d'un cadre qui supporte le charbon négatif, et vient s'attacher au levier d'allumage. Au repos, le poids du porte-charbon

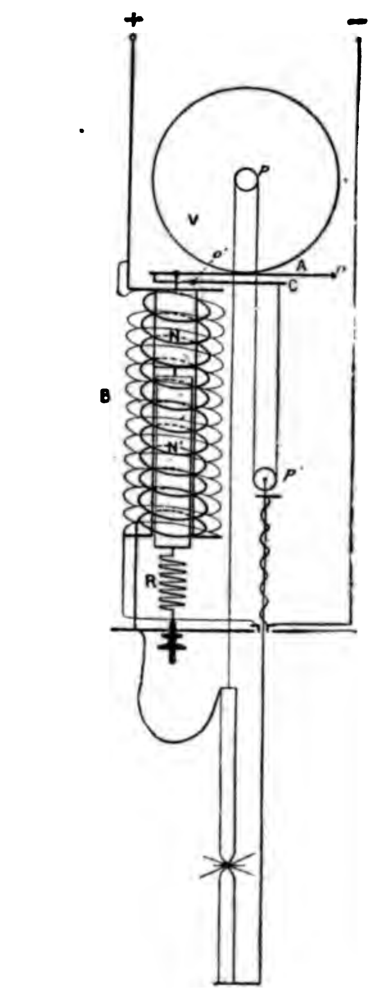


Fig. 468. — Lampe différentielle Bardon.

supérieur entraîne le système jusqu'à ce que les deux pointes soient en contact.

Dès que le courant passe, le noyau mobile, attiré violemment, s'élève dans le solénoïde; son extrémité supérieure rencontre le frein, et l'appuie contre le volant, qui se trouve immobilisé, ainsi que le porte-charbon supérieur. Mais en même temps, par le même mouvement vertical du noyau mobile, l'extrémité du levier d'allumage s'abaisse d'une petite quantité, en-

t le cadre qui porte le charbon inférieur : 'établit. Lorsque la résistance devient trop grande, le noyau de fer doux, attiré fortement, redescend un peu, le frein s

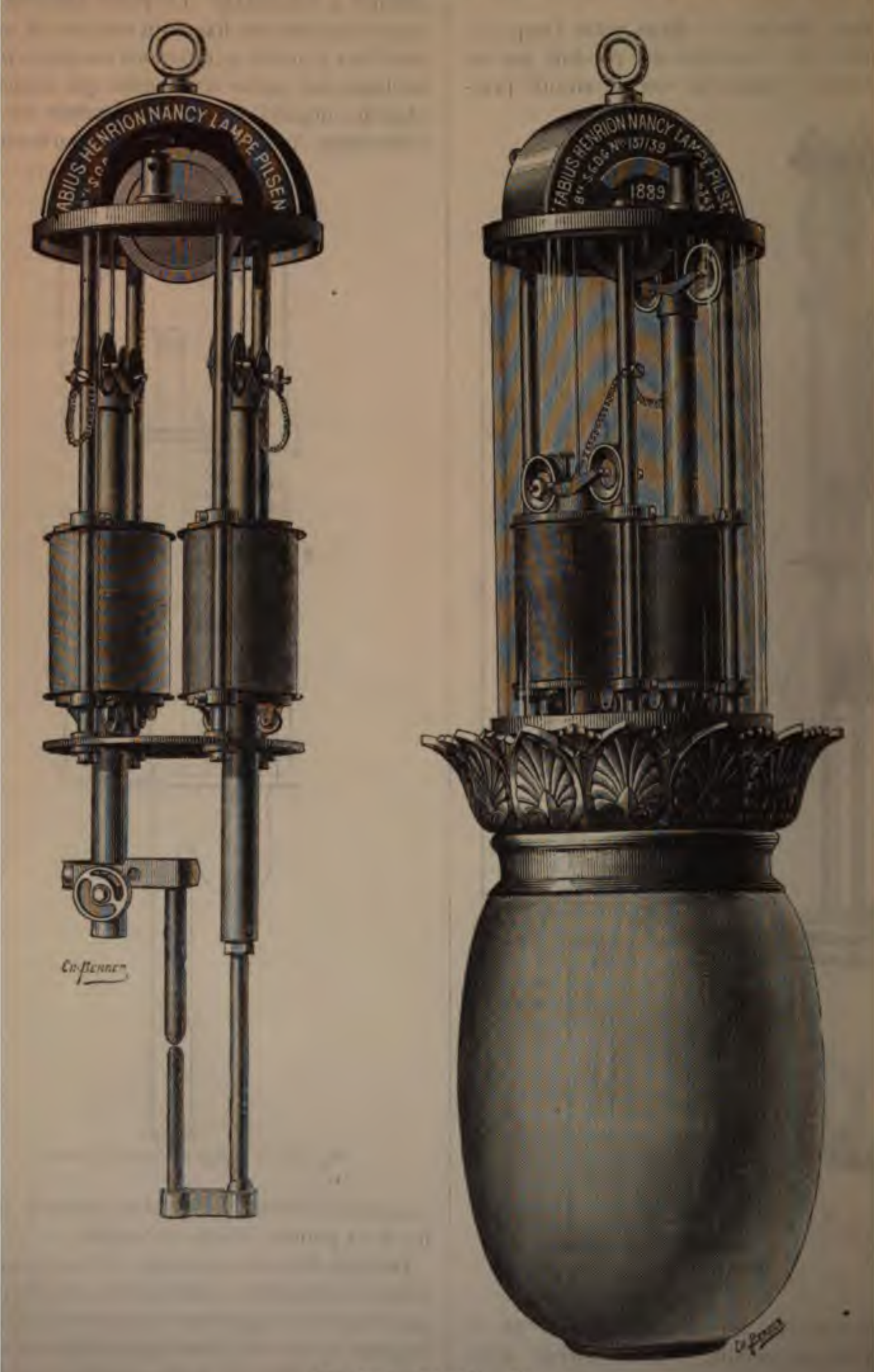


Fig. 469. — Régulateur Pilsen.

lant et le poids du porte-charbon supé- ait rapprocher les charbons. Ce rapprochement se fait d'une façon continue et s qu'on ne voit pas tourner le volant.

ette lampe ne peut être montée qu'en dérilon. M. Bardon construit un modèle difféiel (fig. 468), qui peut se placer en tension, en ulant un fil fin par-dessus le gros fil et en contraire. Il conseille un montage mixte, séries de deux lampes, sur un circuit de 100 0 volts. Deux foyers ainsi disposés, et donchacun 80 carcels, dépensent 735 watts.

Régulateur Pilsen. — Dans cet instrument le point lumineux est fixe. Aux deux extrémités d'un fil passant sur une poulie sont suspendus deux tubes creux de laiton qui passent librement dans des solénoïdes et contiennent chacun une armature de fer doux taillée en cône à la partie supérieure (fig. 469) ; ces tubes soutiennent les deux porte-charbons. La forme conique

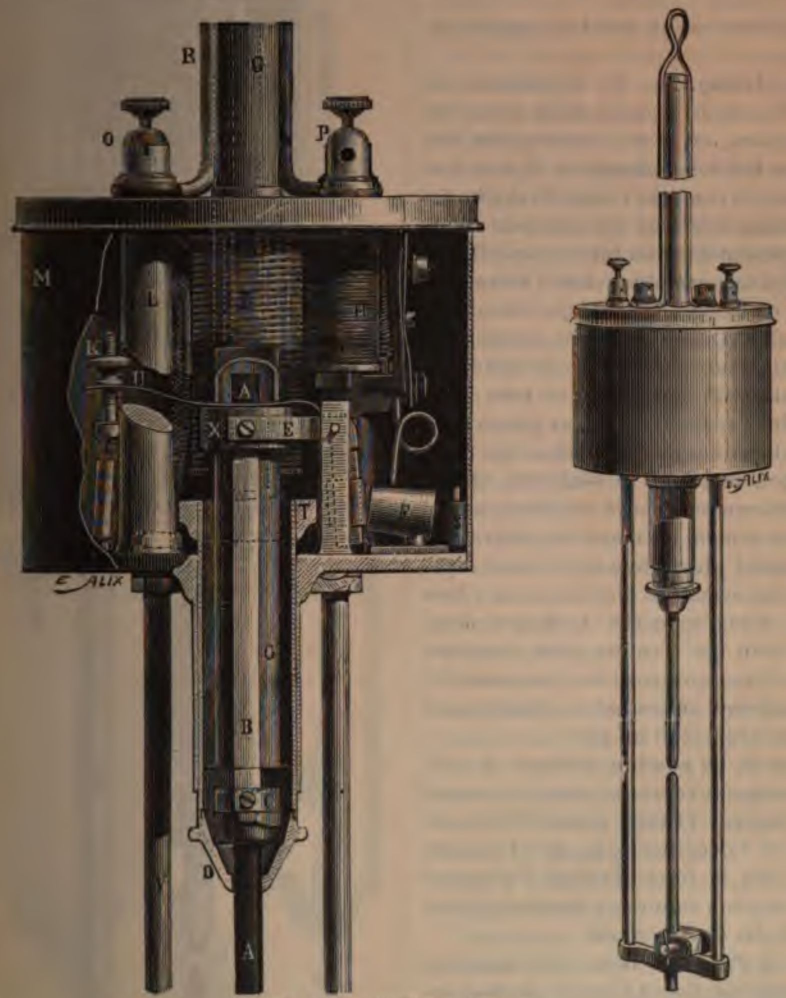


Fig. 470. — Régulateur Létang.

rmatures rend l'action constante dans les positions. Le charbon supérieur ou est plus gros que l'autre, afin de rendre t lumineux fixe. Le solénoïde qui entoure te-charbon positif est à gros fil et placé e circuit principal, ains' qu'un petit élecmant interrupteur. L'au.re solénoïde a un l dans le circuit principal et un fil fin en tion.

Si les charbons ne se touchent pas, le courant traverse seulement le gros fil du dernier solénoïde, et une résistance équivalente à celle de l'arc : le porte-charbon négatif est attiré et s'élève jusqu'au contact. Le courant traverse alors les charbons, l'autre solénoïde et l'électro-interrupteur, qui attire son armature et rompt le courant qui traversait le premier solénoïde, dont le fil fin reste seul en dérivation. Le porte-

charbon positif est attiré et remonte : l'arc se produit. Quand l'intensité diminue, le solénoïde à fil fin agit sur le porte-charbon négatif et produit le rapprochement.

Quand les charbons sont usés, le courant est ramené dans le gros fil du premier solénoïde et dans la résistance équivalente ; l'appareil est en court circuit et n'influence pas la marche des autres.

La lampe Pilsen est un très bon appareil industriel.

Régulateur Létang. — Le régulateur Létang (fig. 470), étudié spécialement pour être monté en tension, est d'une construction très simple et d'un bon fonctionnement. Il peut donner des intensités comprises entre 30 et 250 carcels. Le charbon inférieur est immobile : l'autre glisse librement dans un tube vertical D, fixé à l'extrémité d'une armature dont l'autre bout est attiré par un électro-aimant I que traverse le courant principal. Quand l'intensité devient trop forte, cette armature est attirée et soulève le tube D. L'extrémité conique de ce tube vient alors serrer deux ressorts verticaux placés dans l'intérieur et terminés par deux sabots qui coincent le charbon mobile et le soulèvent. Quand l'intensité diminue par l'usure des charbons, un second électro-aimant H, monté en dérivation, reçoit un courant plus intense et devient capable d'attirer une armature disposée pour vibrer comme celle d'une sonnerie. A chaque vibration, le marteau qui termine cette armature frappe sur le levier qui porte les deux ressorts : ceux-ci se soulèvent un instant et abandonnent le charbon qui redescend un peu.

Lorsque, après un nombre suffisant d'oscillations, le charbon a repris sa place, le courant dérivé qui traverse l'électro-aimant H est redescendu à sa valeur normale, et cet électro-aimant n'a plus la force d'attirer l'armature vibrante : le charbon reste donc immobile, pincé par les sabots des deux ressorts.

Régulateur de Puydt. — Dans cette lampe, le point lumineux est fixe. Le porte-charbon supérieur engrène avec la première roue A d'un mécanisme monté sur châssis qui peut osciller autour de l'axe de cette roue (fig. 471). Le porte-charbon inférieur ou négatif engrène avec un pignon calé sur le même axe et de diamètre convenable pour remédier à l'usure inégale des deux charbons. L'électro-aimant P, à gros fil, placé dans le circuit principal, attire, lorsque ce courant prend une intensité suffisante, l'armature oblique P', reliée au châssis du rouage, et fait ainsi tourner la roue A et le pignon d'un petit angle, dans un sens tel que l[...] s'écartent l'un de l'autre. C'est a[...] produit l'allumage.

Lorsque la résistance de l'arc d[...]

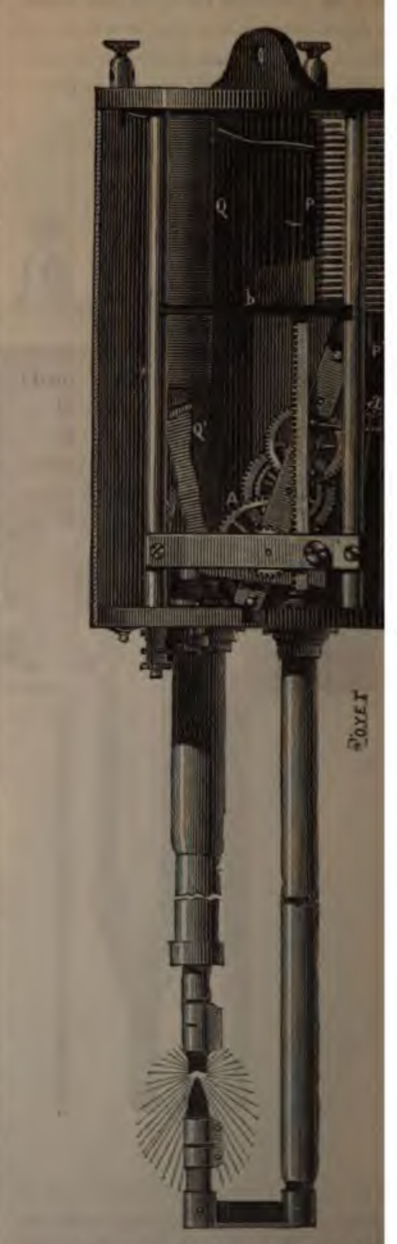


Fig. 471. — Régulateur de Puydt (de L[...]

grande, l'intensité augmente dan[...] aimant à fil fin Q, placé en dérivati[...] attire l'armature Q', fixée à un levie[...] oscille autour de l'axe de la roue A[...] son extrémité de droite un doigt a[...]

mécanisme. Quand l'armature Q' est attirée, mécanisme défile et rapproche les charbons, is seulement pendant un instant, car le couant dérivé s'interrompt aussitôt et un ressort mène le levier à sa position primitive. Quand charbons sont usés, le porte-charbon négatif

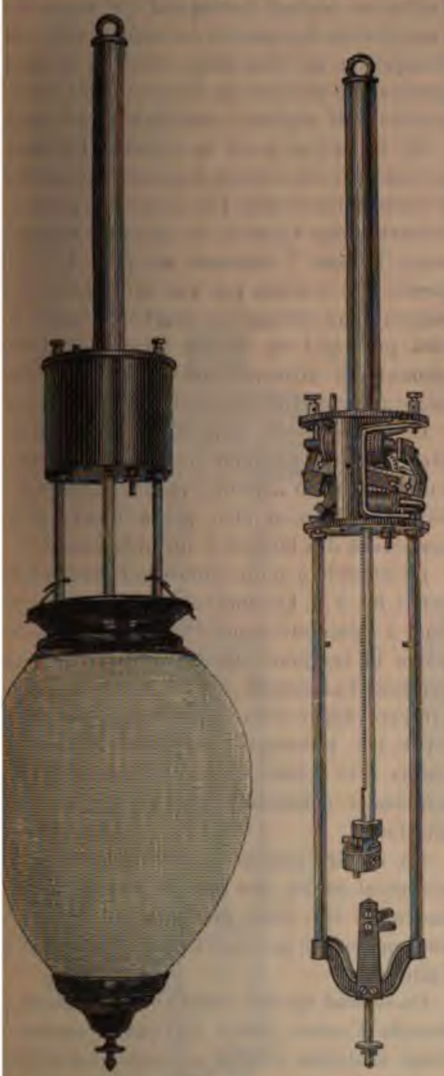


Fig. 472. — Lampe de Puydt, petit modèle.

butter contre la traverse b, qui arrête le vement.

appareil est d'une construction simple et e de bons résultats dans l'industrie.

figure 472 représente le petit modèle de npe de Puydt, qui comporte un mouvement logerie actionné par le poids du porteon positif, qui se termine par une crémère à sa partie supérieure.

Cette crémaillère engrène avec un pignon calé sur l'arbre du premier mobile; cet arbre sert également à supporter tout le mouvement d'horlogerie, qui peut ainsi pivoter autour de son axe. Le dernier mobile porte des ailettes, qui sont embrayées ou débrayées en temps utile par un doigt d'arrêt fixé à l'armature d'un électro à fil fin placé contre le plateau inférieur de la lampe. Un autre électro à gros fil, visible contre le plateau supérieur, est actionné par le courant de l'arc et, en attirant une armature fixée au mouvement d'horlogerie, fait osciller celui-ci et par suite le pignon engrenant avec la crémaillère.

Cet appareil produit donc deux actions bien distinctes :

1° L'écartement des charbons, lors de l'allumage, par l'action de l'électro-aimant à gros fil, qui fait décrire un certain angle au mouvement d'horlogerie, ainsi qu'aux deux pignons qui commandent les porte-charbons.

2° Un écartement fixe des charbons, à l'aide de l'électro-aimant à fil fin, qui désembraye les engrenages dès que la différence de potentiel aux bornes a dépassé la limite convenable.

Détail important à remarquer, l'armature de l'électro inférieur à fil fin, ainsi que l'embrayeur, sont supportés par l'arbre d'origine du mouvement, de telle sorte qu'en tournant lentement, aussitôt le déclenchement produit, cet arbre ramène l'embrayeur dans la position d'enclenchement.

Par suite, les charbons ne se rapprochent que de quantités très petites à la fois et à de très courts intervalles de temps. Une vis sert à régler l'écart d'allumage et une autre, servant à tendre plus ou moins le ressort antagoniste de l'armature de l'électro à fil fin, permet de maintenir l'arc à la longueur voulue.

Cette lampe fournit une lumière très blanche et d'une fixité parfaite.

Régulateur Pieper. — M. Pieper a construit plusieurs modèles de lampes à arc. La figure 473 représente un modèle à point lumineux mobile. Le charbon négatif descend légèrement au moment de l'allumage, puis reste immobile. Pour cela, il est commandé par un électro-aimant DD, à gros fil, embroché sur le circuit principal. Son armature F, qui soutient le porte-charbon négatif C', est maintenue écartée par un ressort à boudin.

Le porte-charbon positif est fixé à une tige T, qui glisse dans un tube cylindrique parfaitement alésé, et dont le mouvement est réglé par un frein que commande l'électro-aimant

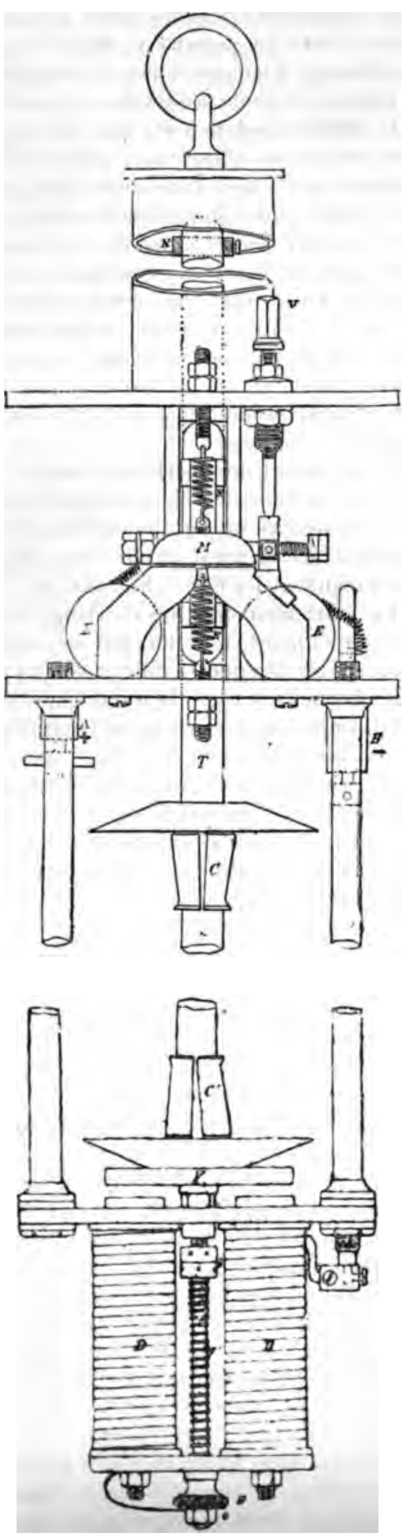


Fig. 473. — Régulateur Pieper à point lumineux mobile.

horizontal EE, monté en dérivation. I
ture M de cet électro, mobile autour d'
horizontal, agit sur un ressort garni d
sabots, qui s'appuient sur la tige T et l'
bilisent. Lorsque l'armature est attirée
tige peut glisser légèrement. L'armatu
traîne un contact horizontal qui rompt
rant dérivé dès qu'elle est attirée et le r
lorsqu'elle ne l'est plus; l'électro n'agi
jamais que pendant un instant assez cou
ressorts RR' règlent la sensibilité de l'arn

Si, lorsqu'on lance le courant, les ch
ne sont pas en contact, il passe tout entie
l'électro-aimant EE; l'armature M produ
interruptions rapides, et, pendant chaqu
sage, la tige T descend un peu. Le c
positif arrive ainsi, par une série de peti
sements, au contact du charbon négatif;
cuit principal se trouve fermé, et, l'é
aimant DD attirant l'armature F, le c
négatif s'écarte un peu de l'autre : l'arc s'é

Ce modèle est économique et fonc
bien, lorsqu'il est bien entretenu; il donn
intensité de 40 carcels avec 5 ampères e
45 volts; il peut être placé dans un
contenant des lampes à incandescence.

Le modèle à point lumineux fixe est
senté fig. 474. Le charbon supérieur ou
tend à descendre sous l'action d'un poi
porte la traverse supérieure. Ce mouv
produit l'ascension du charbon négati
l'intermédiaire d'une chaîne sans fin qui
dans les montants latéraux et vient
rouler vers le haut sur un tambour, mun
engrenage commandé par un pignon d
ailettes.

Un électro-aimant embroché sur le c
principal attire, dès que le courant pas
cadre de fer doux qui agit sur la chaî
suspension et produit l'écart nécessaire
l'allumage.

Un second électro, monté en dérivation
mande l'autre partie du cadre, muni
doigt en laiton destiné à arrêter les ailet
pignon. Quand la résistance de l'arc aug
cet électro attire le cadre et produit le d
chement de l'ailette; les deux charbo
rapprochent jusqu'à ce que, l'équilibre r
le doigt arrête de nouveau les ailettes.

Régulateur à chaînes. — La *Allgemeine* I
citäts-Gesellschaft, de Berlin, construit des l
à arc différentielles (fig. 475), dont le méc
consiste en deux rouages commandés pa
électro-aimants, dont l'un est action
poids du porte-charbon supéri

ssort; et, selon que l'arc a ou non sa
eur normale, les rouages sont arrêtés
s encliquetages, soit ensemble, soit sépa-
t.
nd aucun courant ne parcourt la lampe,
les charbons sont séparés, l'armature des

électro-aimants est dans une position telle que l'un des encliquetages libère le rouage qui lui correspond, l'autre étant arrêté par le second encliquetage. Donc le poids du porte-charbon supérieur met en mouvement le premier rouage et, à l'aide d'une chaîne sans fin qui passe sur

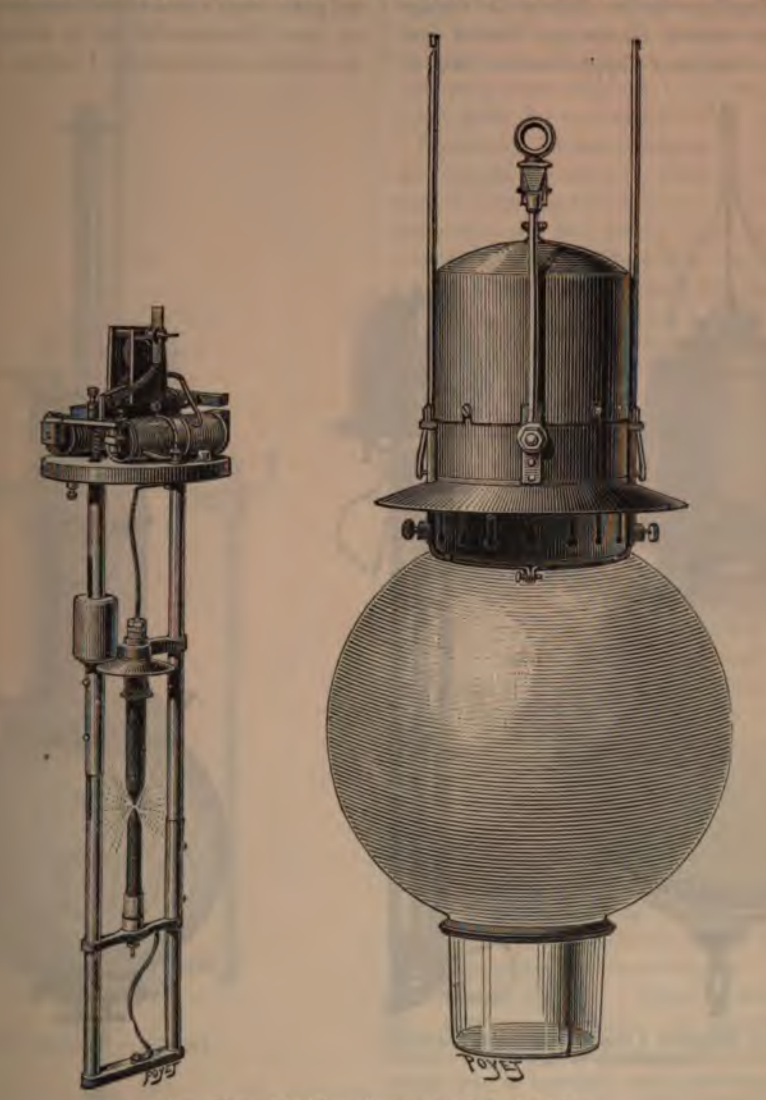


Fig. 474. — Régulateur Pieper à point lumineux fixe.

ulies, les deux porte-charbons s'appro-
l'un de l'autre, jusqu'à ce que les char-
ient en contact. Aussitôt que le courant
bli, il passe sans aucune perte à travers
ne à gros fil de l'électro-aimant, et l'ar-
est attirée vers le noyau de fer de la
En conséquence le mouvement du pre-
ouage est arrêté, tandis que l'autre est

libéré, ce qui produit la séparation des charbons et la formation de l'arc. Aussitôt que l'arc atteint sa longueur normale, l'intensité du courant dans la bobine à gros fil est affaiblie, tandis qu'elle augmente dans la bobine à fil fin, de sorte que l'armature commune tend à prendre une position moyenne, et arrête les deux rouages, jusqu'à ce que l'usure des char-

bons ait produit un allongement de l'arc et un accroissement de résistance dans le circuit principal. Ces changements auront pour suite une nouvelle augmentation de courant dans la bobine à fil fin, de sorte que celle-ci l'emportera sur la bobine à gros fil; à ce moment l'armature sera attirée de ce côté et le rouage correspondant arrêté, tandis que l'autre sera libéré, et les charbons s'approcheront l'un de l'autre, jusqu'à ce que la longueur normal la position moyenne de l'armature soien nouveau atteintes.

Régulateur Brush. — Dans cet appareil charbon inférieur est fixe; le porte-cha supérieur est commandé par un électro-ai qui porte deux enroulements en sens contra un gros fil embroché sur le circuit, et u fin monté en dérivation. L'action différent

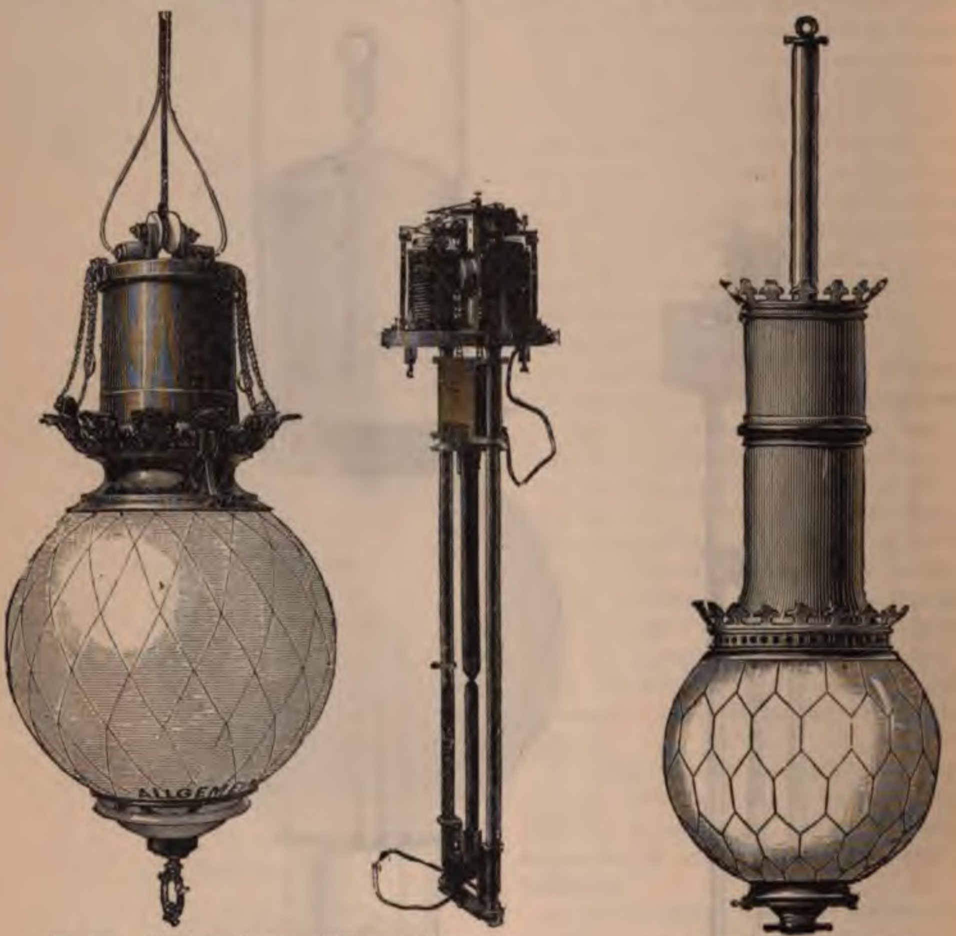


Fig. 475. — Régulateur à chaînes (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin).

Fig. 476. — Régulateur Brush.

de ces deux bobines fait monter ou descendre un noyau de fer doux placé dans l'intérieur. Quand il monte, il soulève d'un seul côté une bague qui entoure le porte-charbon, de sorte qu'elle coince et s'oppose à sa descente, jusqu'à ce que le noyau redescende un peu.

La partie supérieure du porte-charbon forme un cylindre rempli de glycérine, dans lequel se trouve un piston percé de trous et soutenu par une tige fixe. L'écoulement du liquide à travers ces trous régularise la descente du char

Pour les éclairages de longue durée, M. B construit des lampes ayant deux paires charbons et deux mécanismes semblables deuxième paire de charbons s'allume qua première est complètement usée. On peut ainsi un éclairage de 16 heures. C'est le m représenté par la fig. 476.

Ce régulateur est tres employé en Angle et surtout en Amérique; il convient à l'é

...dic et aux cas où la parfaite fixité de la ...n'est pas indispensable.

...teur Weston. — Les lampes Weston sont des régulateurs différentiels, dont



Fig. 477. — Régulateur Weston.

...négatif est fixe et le charbon positif ...piston d'une pompe à air pour adoucir ...ent de descente. Dans les deux solé...nt l'un est à gros fil et l'autre à fil ...vent deux tubes de fer doux, guidés ...es rigides. Un balancier, qui s'incline dans un sens ou dans l'autre, suivant que l'un ou l'autre des solénoïdes devient prépondérant, commande le coincement du porte-charbon, par l'intermédiaire d'un système de leviers articulés.

Quand les charbons sont en contact, la bobine à gros fil l'emporte ; son noyau s'élève, entraînant le balancier et soulevant le porte-charbon ; l'arc jaillit. Lorsque la résistance augmente, le balancier s'incline de gauche à droite et abaisse le porte-charbon. Cette lampe est construite pour des courants à faible tension.

Régulateur Thomson-Houston. — Cette lampe se compose encore d'un porte-charbon négatif fixe et d'un porte-charbon positif qui tend à descendre par son poids, mais qui peut être coincé par un frein F (fig. 478). L'électro-aimant E, à gros fil, est dans le circuit principal, l'électro E', à fil fin, est en dérivation. Leurs armatures sont formées par un levier *aa'*, qui peut tourner autour d'un axe central et porte un bras L, articulé avec une pompe à air, pour amortir les mouvements. Le bras L supporte aussi le frein F, qui peut serrer le porte-charbon ou le laisser tomber librement. Lorsque l'électro-aimant E agit, son armature est attirée, le frein soulève et maintient le porte-charbon ; lorsque la résistance augmente et que l'électro-aimant E' devient prédominant, le frein se desserre et le porte-charbon s'abaisse.

Il peut arriver que la descente du porte-charbon soit arrêtée par des frottements anormaux : l'intensité augmente alors dans la dérivation E' et l'armature correspondante vient au contact. L'extrémité *a* porte un ressort qui vient alors appuyer sur le contact *i* et lance le courant dans un électro-aimant auxiliaire (représenté sur le dessin par la résistance R'), dont l'armature commande un système qui fait descendre le porte-charbon.

Quand la lampe s'éteint, elle se trouve mise automatiquement en court circuit.

Régulateur Sperry. — Dans la lampe Sperry (fig. 479), très employée en Amérique, l'allumage est produit par un électro à gros fil parcouru par le courant total, tandis qu'un solénoïde à fil fin, placé en dérivation, produit la descente progressive du charbon supérieur. Enfin un troisième électro-aimant, n'ayant que quelques tours de gros fil, sert à mettre les charbons en court circuit lorsqu'ils sont usés.

Le mécanisme est un peu compliqué, mais fonctionne bien. Douze de ces lampes figuraient à l'Exposition de 1889. Elles exigent 50 à 55 volts et 10 ampères. La durée des charbons est de quatre heures.

Régulateur Siemens. — La maison Siemens et Halske construit plusieurs modèles de régulateurs. Celui que représente la figure 480 est différentiel. La tige SS sert d'armature à la fois au solénoïde à gros fil RR placé dans le circuit principal, et au solénoïde TT mis en dérivation. Cette armature descend ou monte suivant que l'action de l'une ou l'autre des bo[b] devient prédominante. Elle entraîne une tig[e] qui arrête ou laisse défiler un mécanisme l'une des roues engrène avec la crémaillè[re] porte-charbon positif Z. Le charbon né[gatif] est fixe.

Si on lance le courant, les charbons éta[nt]

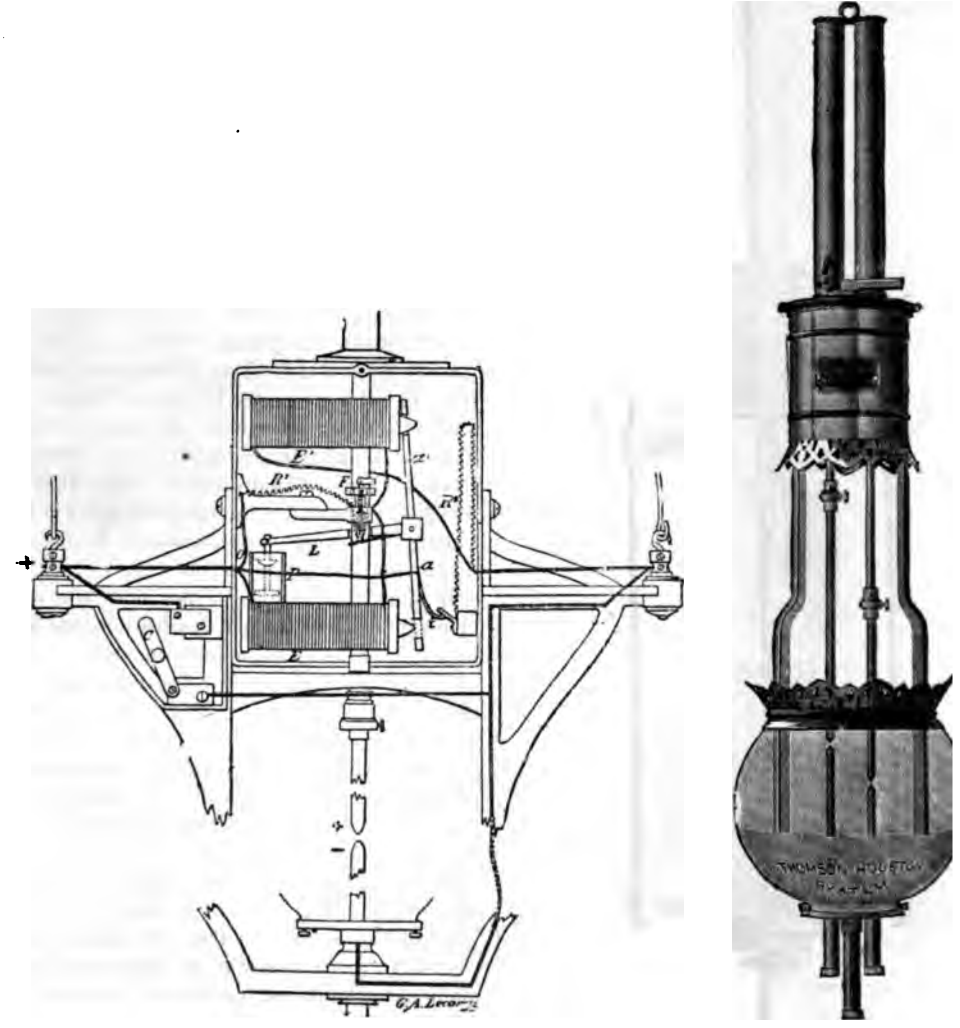


Fig. 478. — Régulateur Thomson-Houston.

contact, l'armature SS s'enfonce rapidement, la tige AA est soulevée par le levier cc′ et l'arc jaillit. Quand la résistance de l'arc augmente, le noyau SS s'enfonce dans la bobine TT, la tige AA s'abaisse, le mouvement défile et les charbons se rapprochent.

Lampe Alioth. — Ce régulateur est du type différentiel. Le rapprochement des charbons est déterminé par le poids du porte-charbon rieur. Le charbon positif est plus gros, de que les deux porte-charbons doivent se cer de la même quantité. Ces deux tiges lées en crémaillère, engrènent avec des pi isolés montés sur l'axe de la roue d'éch ment placée au bas du mécanisme (fig. Cette roue est entourée par un c

des couteaux, qui porte à gauche un cli-
t destiné à arrêter la roue d'échappement,
roite un étrier vertical relié à un noyau de
doux formant, comme dans l'appareil pré-
ent, l'armature commune des deux solé-
des placés à droite. La bobine inférieure, à

g. 479. — Lampe Sperry (Sperry Electric C°, Chicago).

s fil, est embrochée dans le circuit princi-
; l'autre, qui est à fil fin, est en dérivation.
es charbons étant en contact, si le courant
se, l'électro-aimant inférieur attire le noyau;
rier s'abaisse, entraînant le cadre mobile;
liquet embraye la roue d'échappement et la
tourner de gauche à droite, ce qui écarte
charbons et produit l'allumage. Si la résis-

tance devient trop grande, le solinoïde à fil fin fait remonter le noyau et le cadre s'incline en sens contraire. Pendant ce mouvement, un levier écarte le cliquet et l'empêche d'engrener : la roue d'échappement est donc libre et tourne sous l'action du porte-charbon supérieur. Les charbons se rapprochent.

L'électro-aimant à gros fil placé à gauche est

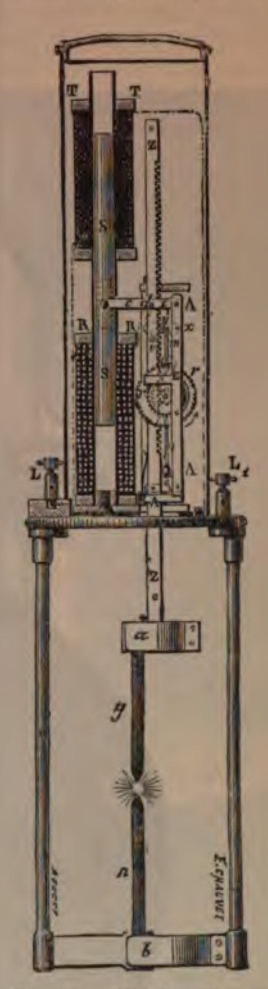


Fig. 480. — Régulateur Siemens.

dans le circuit principal. Il sert à produire un champ intense dans lequel tourne un disque de cuivre calé sur le même axe avec un pignon denté qui engrène avec la roue d'échappement. Les courants de Foucault qui prennent naissance dans ce disque arrêtent le mouvement, et ne laissent échapper qu'une seule dent de la roue à chaque rapprochement. Les porte-charbons et le noyau sont guidés par des galets. Les charbons sont fixés dans des pinces à ressort.

Régulateur dynamo Bréguet. — MM. Edison, Gray, Tchikoleff, etc., ont construit des lampes dans lesquelles une petite dynamo sert de moteur pour produire le déplacement des bons.

La maison Bréguet construit égalemen

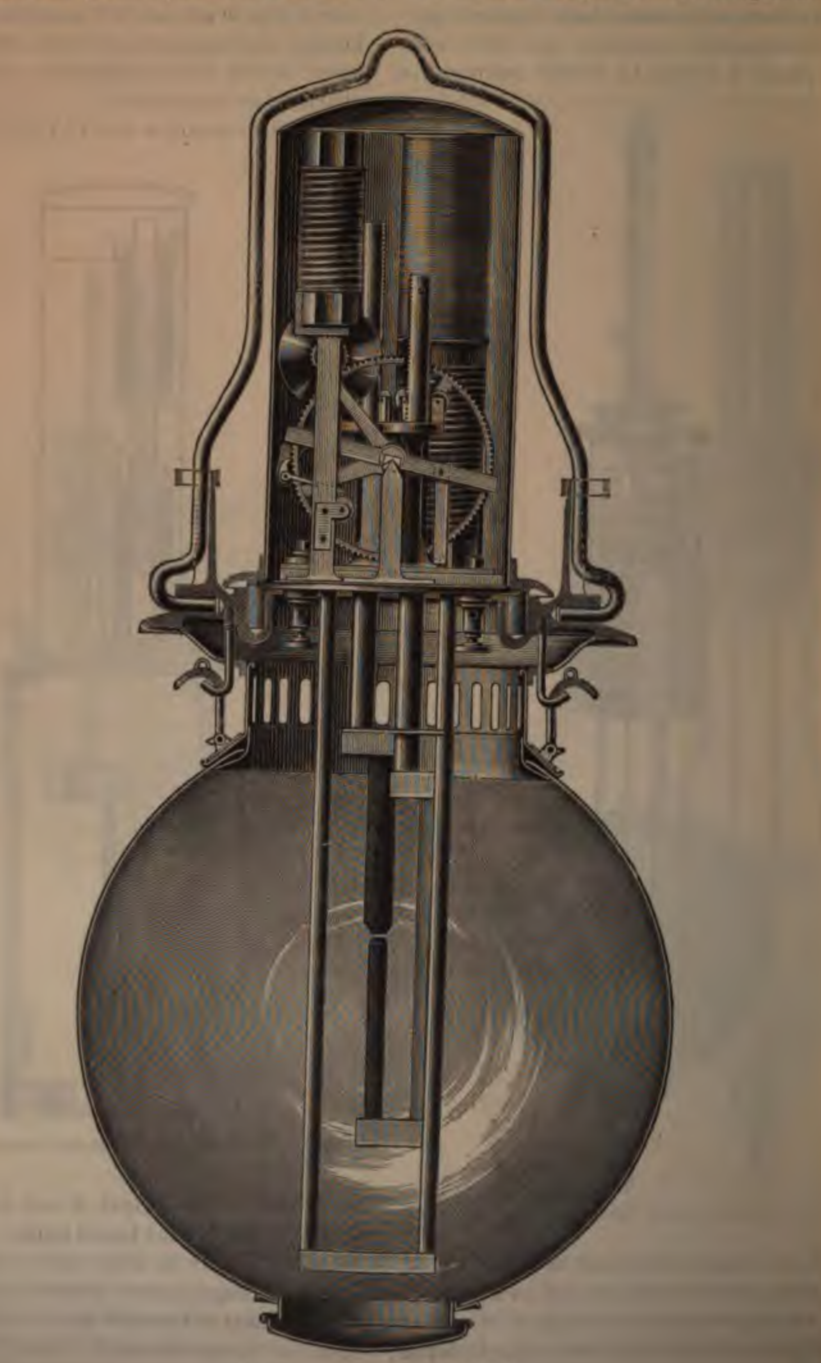


Fig. 481. — Lampe Alioth (de Bâle).

lampe dont le charbon inférieur est fixe, et le charbon supérieur commandé par une petite machine de Gramme (fig. 482). L'axe de la bine porte un pignon denté qui engrène

crémaillère du charbon supérieur ; celle-ci par son poids tend à faire tourner l'anneau mobile dans un certain sens, tandis que les communications sont établies de manière à faire tourner l'anneau en sens contraire lorsqu'il est traversé par le courant. On conçoit donc la possibilité d'obtenir une position d'équilibre du système pour un certain écart des charbons ; c'est la position pour laquelle l'effort développé par l'anneau est égal au poids de la cré-

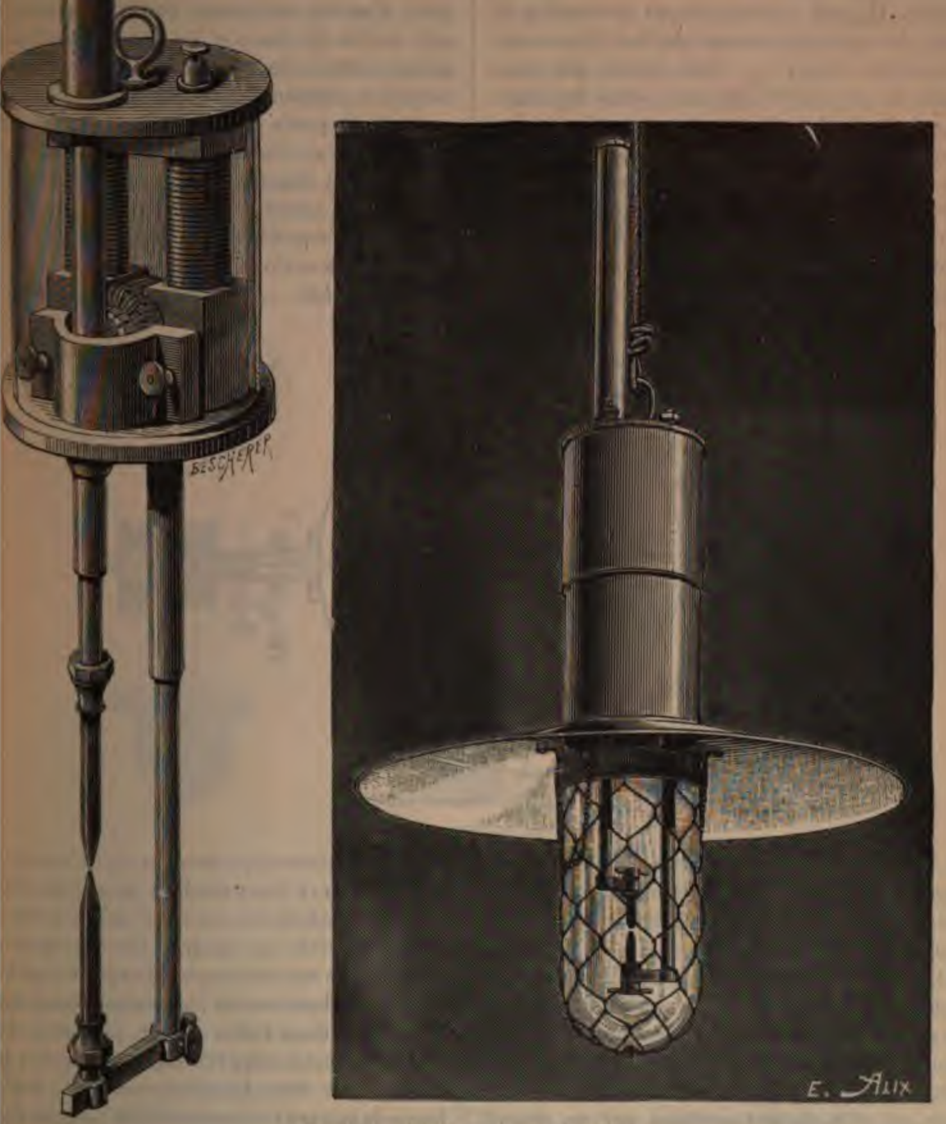


Fig. 482. — Régulateur dynamo Bréguet.

maillère. Si les charbons s'écartent, l'intensité du courant diminue ; le poids de la crémaillère l'emporte et fait tourner l'anneau de manière à rapprocher les charbons. Si l'intensité devenait par hasard trop grande, ce serait l'action électrodynamique qui l'emporterait et la bobine tournerait en sens contraire, de manière à faire remonter la crémaillère. Ces appareils sont généralement construits pour un fontionnement ininterrompu de sept à huit heures. On obtient des durées plus longues avec des appareils disposés spécialement dans ce but

et portant plusieurs paires de charbons placées parallèlement et montées en dérivation. L'arc passe successivement de l'une à l'autre aussitôt que l'augmentation d'écart, résultant de l'usure des charbons, détermine une résistance plus grande dans la paire en fonction. Ce régulateur est d'une construction éminemment simple et robuste. Il peut s'employer en dérivation et donne des intensités variant de 70 à 250 carcels.

Régulateur Thury. — Cette lampe est mue, comme la précédente, par une petite dynamo : l'axe de l'induit porte un pignon, qui engrène avec une roue dentée sur l'axe de laquelle sont disposés deux pignons égaux, commandant des crémaillères adaptées aux deux porte-charbons ; celles-ci, étant disposées de part et d'autre de l'axe, se meuvent toujours en sens contraires, mais de quantités égales. Pour compenser cet inconvénient, et rendre le mineux fixe, on emploie des charbor mètres différents.

La dynamo, excitée en série, est e tion sur le circuit principal. Au repos du porte-charbon négatif entraîne le et les charbons sont écartés. Le cour donc d'abord seulement dans la dy agit sur les charbons et les fait rappr qu'au contact. Le courant se divise intensité diminue dans la dynamo permet au poids du porte-charbon l'emporter, et l'arc s'établit. Sa p augmente la résistance du circuit pr l'action du moteur devient assez f maintenir l'équilibre. Le réglage se fa par ces deux actions antagonistes.

Lampe Soleil. — Cette lampe, ima

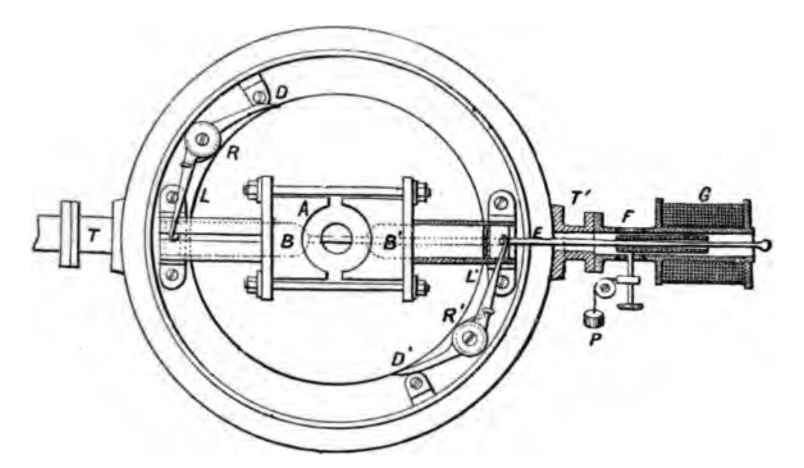


Fig. 483. — Lampe Soleil.

MM. Clerc et Bureau, formait en quelque sorte le passage des bougies aux lampes à incandescence. Les inventeurs l'ont transformée depuis en un véritable régulateur.

Elle était formée à l'origine d'un bloc de carbonate de chaux, évidé à la partie inférieure. Deux charbons glissaient librement dans des ouvertures obliques, de sorte que leurs pointes se trouvaient en regard dans l'évidement inférieur, où elles étaient arrêtées par un rebord extérieur. L'allumage se faisait à l'aide d'un charbon qu'on présentait entre les deux pointes. Le carbonate se changeait en chaux vive, et devenait incandescent, ce qui augmentait beaucoup l'intensité et donnait à la lumière une grande fixité et une belle couleur légèrement dorée.

L'appareil avait l'inconvénient de ne pas se rallumer automatiquement en cas d'e les inventeurs l'ont modifié pour fai raître ce défaut. Un bloc de marbre (fig. 483), évidé au centre, est fixé cornière de fer circulaire qui reçoit l verre. Les charbons BB', placés horizon traversent deux tubes de fer qui les ils sont poussés vers l'intérieur, à me s'usent, par deux leviers coudés DL lesquels agissent les ressorts RR' ; qua est complète, ces leviers rencontrent contacts qui mettent la lampe en cou L'allumage automatique se produit d'un charbon mince, qui traverse su axe le charbon B' ; ce charbon mince une tige E, qui termine l'armatur bine G, placée dans le circuit tion du contre-poids P ap

rbon mince contre le charbon B ; dès que le rant passe, le solénoïde attire l'armature F, charbon mince s'écarte et l'arc jaillit. Le de marbre dure environ dix à quinze heures ; charbons, longs de 10 centimètres, durent uante heures ; mais cet appareil ne donne une lumière aussi régulière que les lampes arbons verticaux, et il absorbe une force rice double.

ampes à incandescence. — Dans ces lampes, mière est fournie par un filament porté à température élevée. Nous avons donné plus les notions générales relatives à l'incanence (Voy. ce mot) ; il nous reste seulet à faire connaître les principaux modèles de lampes, leur fabrication et leur mode de montage. Ces modèles ne diffèrent guère que par des détails, le principe étant toujours le même.

Les lampes à incandescence se composent d'un filament de charbon placé dans une ampoule où l'on a fait un vide presque absolu : il en existe du reste bien des systèmes qui diffèrent par l'origine du filament, sa forme et son mode de préparation. Quelles que soient d'ailleurs ces conditions, le filament doit être très homogène et élargi vers les bouts pour être plus solide. Il doit aussi être en parfaite communication avec les conducteurs qui amènent le courant. La forme rectiligne ne lui

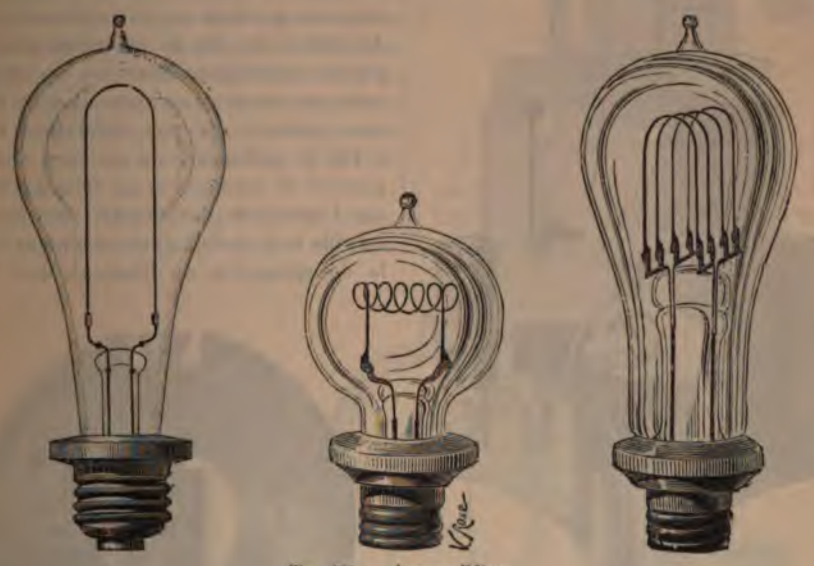


Fig. 484. — Lampes Edison.

nt pas, parce qu'elle ne laisserait pas asticité suffisante pour résister aux chocs variations de longueur : on rapproche irement les deux extrémités de manière donner une forme courbe, qui est aussi vantageuse au point de vue de l'éclairage point ou un trait lumineux très fin.

pe Edison ; sa fabrication. — La lampe est la première lampe à incandescence satisfait aux besoins de l'industrie ; elle e 1880. Le filament a la forme d'un U sé ; il est placé dans une ampoule presde d'air. Nous croyons intéressant de r quelques détails sur la fabrication de ampe.

filaments de charbon proviennent de la ation de certaines espèces de bambous du Japon. Cette substance a été choisie par Edison après de nombreux essais portant sur les matières les plus diverses. On prend des fragments d'environ 20 centimètres de longueur, choisis à la surface de la tige, et, après les avoir amenés à l'épaisseur voulue, on les découpe en filaments renflés aux deux bouts. Ces filaments sont ensuite placés dans des moules plats en nickel, qui leur donnent la forme qu'ils doivent conserver, et qu'on porte à une température suffisante pour carboniser le bambou au degré convenable. Le filament est alors fixé à la pièce qui doit le porter : cette pièce est formée d'un tube de verre qu'on voit dans l'intérieur de la lampe et qui renferme deux fils métalliques. Ces fils traversent le haut du tube, qui est fermé ; en ce point, ils sont formés de platine,

qui a la même dilatation que le verre ; au-dessus et au-dessous, ils sont en cuivre. On fixe donc le filament de charbon à la partie supérieure des fils de cuivre, et, pour assurer le contact, on recouvre d'un dépôt de cuivre galvanique les points d'attache du charbon et du métal.

Cette opération terminée, on introduit le
dans l'ampoule de verre qu'on ferme à la pa
inférieure en la soudant au chalumeau. Il r
à la partie supérieure de l'appareil un
cylindrique par lequel on fait le vide en le
sant communiquer avec une pompe à mer
de Sprengel. Lorsque le vide est presque
on fait passer dans la lampe un courant
on augmente peu à peu l'intensité jusqu'
que le filament ait atteint l'éclat qu'il d
avoir en fonctionnement régulier ; cette op
tion chasse les gaz condensés par le char
et dont le dégagement ultérieur aurait pu
menter inutilement la pression intérie
Quand on a atteint un vide suffisant, on fe
l'ampoule au chalumeau et on introduit sa
dans une monture en cuivre où on la scelle
du plâtre ; les fils de cuivre aboutissent à
pièces métalliques destinées à prendre le
rant. On laisse généralement dans les lam
une pression un peu inférieure à froi
1/100 de millimètre de mercure. Il n'y a p
pousser la raréfaction au delà de cette lim
car l'opération deviendrait plus coûteuse
un vide trop parfait a l'inconvénient d'accél
la désagrégation du filament, dont les pa



Fig. 185. — Douille à clef Edison (détails) (Compagnie continentale Edison).

cules enlevées vont noircir l'ampoule, en même temps que la durée de la lampe se trouve abrégée.

La Compagnie Edison a mis récemment en circulation un certain nombre de nouveaux types de lampes, qui sont destinés à fournir des intensités plus considérables, et dans lesquels

on a modifié en conséquence la forme, le nom
et la disposition des filaments. La figure
montre deux de ces nouveaux modèles.

Montage des lampes Edison. — Les lampes
nous venons de décrire doivent être dispos
pour pouvoir se placer et s'enlever facilem
afin qu'on puisse les remplacer quand elles

usées. Pour obtenir ce résultat, les supports destinés aux lampes se terminent par une douille en bois M (fig. 485), dont la cavité intérieure porte au fond une plaque de cuivre C communiquant avec l'un des conducteurs; une monture en cuivre filetée F garnit l'intérieur de la cavité : elle est reliée à l'autre conducteur et isolée de la plaque précédente : d'un autre côté, la lampe est mastiquée à l'aide de plâtre dans un manchon en cuivre E fileté extérieurement, ainsi qu'on le voit sur la figure précédente : la surface latérale de ce manchon communique avec l'une des extrémités du filament, tandis que l'autre bout du charbon est fixé à une rondelle de même métal D scellée au milieu du plâtre, et qui fait saillie à la partie inférieure. Il suffit de visser la lampe jusqu'au fond de la douille pour mettre ces deux pièces métalliques en communication avec les deux parties correspondantes de celle-ci et par suite avec les conducteurs. Lorsque la lampe est usée, il n'y a qu'à l'enlever et en visser une autre à la place.

Si la douille ne contient pas d'autres pièces, les deux extrémités du filament sont en communication permanente avec les conducteurs : il est donc nécessaire d'installer en un point du circuit un interrupteur qui permette d'allumer ou d'éteindre la lampe à volonté, soit seule, soit en même temps qu'un certain nombre d'autres. La douille elle-même peut porter cet interrupteur. Telle est la douille à clef des figures 485 et 486. L'un des conducteurs est



Fig. 486. — Douille à clef Edison.

coupé en un point, et ses deux sections aboutissent à deux pièces isolées et formant une sorte d'entonnoir interrompu. La clef se ter-

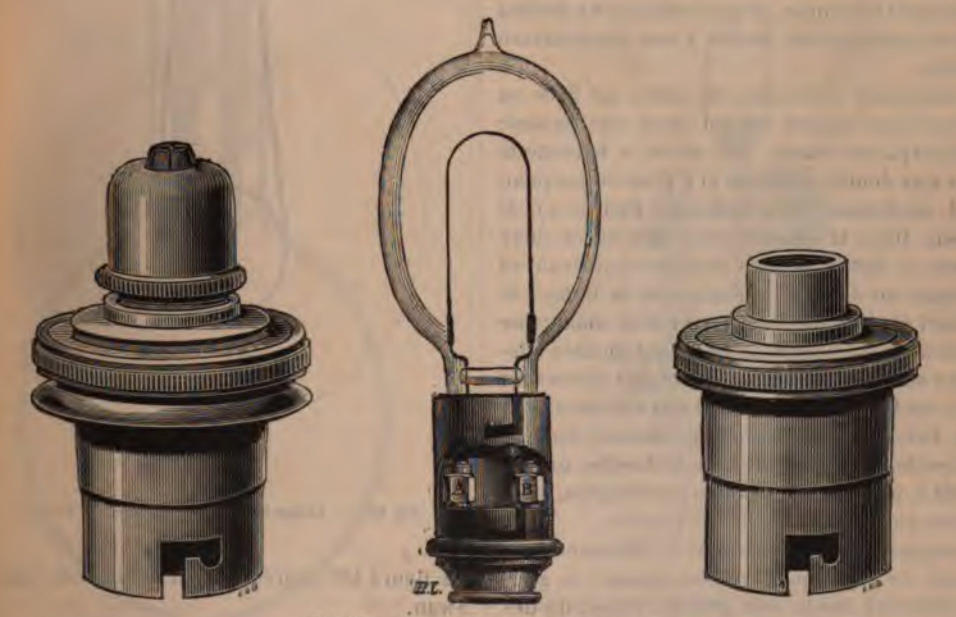


Fig. 487. — Lampe Woodhouse et Rawson.

mine par un tronc de cône fendu dont les deux parties sont maintenues séparées par un ressort. La tige de la clef est enfermée dans un tube contenant un ressort spirale et muni d'une rainure hélicoïdale dans laquelle se meut la tête d'une vis fixée à la tige de la clef; cette rainure est terminée par un cran d'arrêt. En tournant la vis de gauche à droite, on attire le tronc de cône, qui vient toucher les deux pièces isolées et fermer le circuit. Quand on tourne de

droite à gauche, le ressort repousse le tronc de cône et le circuit est rompu. La manœuvre est donc identique à celle qu'on fait pour ouvrir ou fermer un robinet de gaz. La Compagnie Édison construit aussi des modèles plus récents dont le principe est le même, mais qui sont moins volumineux.

Lampe Woodhouse et Rawson. — Nous avons cru devoir décrire avec quelques détails la fabrication et la disposition des lampes Édison, qui forment un des types les plus employés. Il existe beaucoup d'autres systèmes qui réalisent aussi les conditions nécessaires à un fonctionnement régulier et qui diffèrent du précédent par l'origine du filament et par certains détails de fabrication qui sont parfois tenus secrets. Nous ne pouvons songer même à énumérer tous ces modèles, mais nous allons indiquer quelques-uns des principaux.

Les lampes Woodhouse et Rawson, qui sont d'un emploi fréquent en Angleterre, présentent un filament à peu près de même forme que celui des lampes Édison, mais dont l'origine et le mode de préparation sont tenus secrets (fig. 487). Le montage se fait au moyen d'une substance particulière, la *vitrite*, dont la composition est également inconnue, et qui constitue un isolant dur et inattaquable, fusible à une température élevée.

L'extrémité inférieure du globe est fixée au moyen d'un ciment spécial dans une capsule cylindrique en *vitrite*, qui entre à baïonnette dans une douille en laiton et y pénètre jusqu'au fond, au-dessous de la déchirure figurée sur le dessin. Dans la capsule sont encastrées deux pièces en laiton percées chacune d'un trou où s'engage un des fils de platine de la lampe, le contact étant assuré au moyen d'un amalgame particulier. La douille en laiton est montée elle-même sur une embase en vitrite que traversent deux conducteurs aboutissant aux colonnettes A et B. Celles-ci font ressort et assurent, lorsque la capsule est introduite dans la douille, un excellent contact avec les pièces métalliques, auxquelles aboutissent les fils de platine.

Quelquefois le mouvement à baïonnette est disposé de façon qu'on puisse engager la goupille d'arrêt à droite ou à gauche. Dans l'un des cas, les colonnettes A et B rencontrent les pièces métalliques et le courant passe; dans l'autre, elles touchent le fond en vitrite de la capsule et le courant est interrompu. Cette manœuvre très simple permet donc d'allumer ou d'éteindre la lampe à volonté. La figure montre en outre deux formes de supports à baïonnettes destinés à cette lampe. Toutes les parties isol
sont en ardoise.

Lampe Swan. — Les filaments des la
Swan sont formés de fils de coton tressés
roulés en un renflement aux extrémités.
une longue immersion dans l'acide sulfu
étendu, on les recourbe en forme de bou
on les chauffe à blanc dans un creuset en
réfractaire rempli de poussier de charbo
fin. Ils sont ensuite fixés à des fils de pl
qui se terminent par deux anneaux dan
quels on engage deux crochets fixés au su
Un ressort à boudin fait pression sur la l
et empêche les crochets de se dégager (fig.

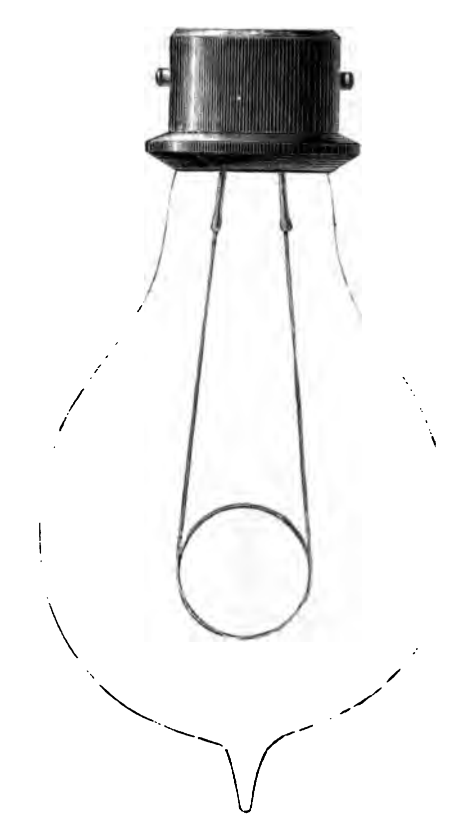


Fig. 488. — Lampe Swan (brevets Edison et Swan)

La figure 488 représente un modèle de la
Swan.

Depuis deux ou trois ans ce mode de
tage, qui exposait beaucoup à casser les fi
platine, a été abandonné pour la lampe
et remplacé par les supports à baïonnette
figure 489. Celui de droite est muni d'un i
rupteur.

Les lampes Swan sont fabriquées avec

omie, car elles exigent peu de watts pour tensité donnée.



g. 489. — Douilles pour lampes Swan (Grivolas).

lampes Siemens et Halske utilisent éga- t les fils de coton tressés.

pes Lane-Fox et Maxim. — Dans la lampe

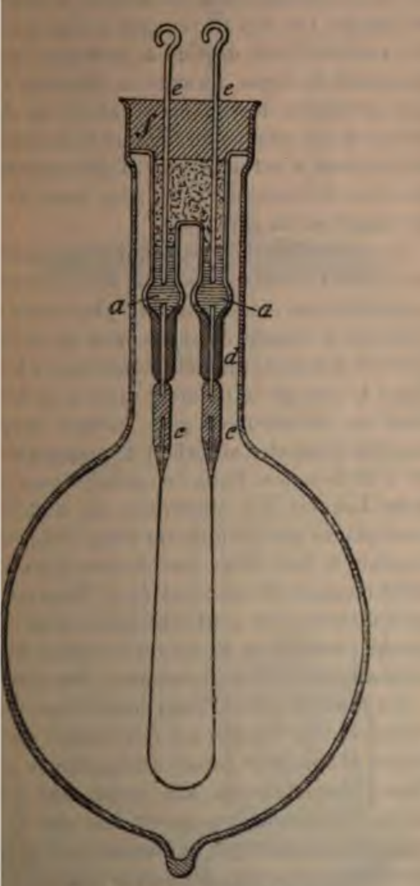


Fig. 490. — Lampe Lane-Fox.

'ox (fig. 490), le filament est constitué par ns de chiendent ou de bouleau carbonisé : res, nettoyées à la potasse, sont tendues sur un moule en graphite et carbonisées dans un creuset de même substance. On les chauffe ensuite au moyen d'un courant énergique, après les avoir placées dans des globes remplis de benzole; le charbon provenant de la décomposition du carbure vient renforcer les parties les plus minces, qui sont en même temps les plus

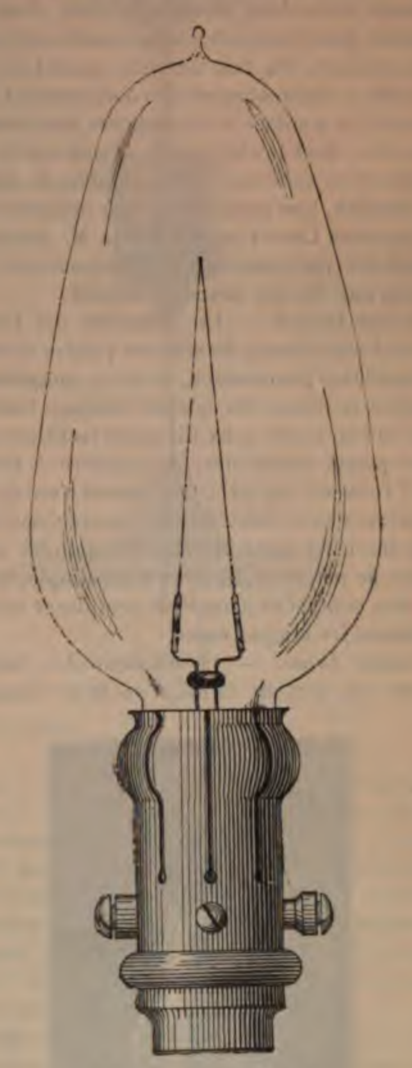


Fig. 491. — Lampe Gérard.

chaudes. Les filaments, qui ont à peu près la même forme que ceux d'Édison, sont ensuite fixés par leurs extrémités dans de petits cylindres creux de graphite *cc*, dans lesquels pénètrent par l'autre bout des fils de platine, se terminant dans des renflements en verre *aa*, pleins de mercure. Au-dessus de ce liquide se trouvent des tampons d'ouate fortement pres-

sée, surmontés d'un bloc de plâtre qui clôt la lampe. Ce système n'est pas appliqué en France.

Il en est de même du système Maxim, qui donne cependant des résultats satisfaisants. Le filament n'est pas recourbé : on le découpe à l'emporte-pièce dans un papier bristol en lui donnant la forme d'un M. On le carbonise légèrement entre deux plaques de fonte, et on l'introduit dans l'ampoule, qu'on remplit de vapeur de gazoline. On fait un vide partiel et l'on chauffe le filament au moyen d'un courant électrique, de manière à décomposer lentement la gazoline, dont le charbon se dépose sur le filament et le renforce. Cette manière de *nourrir* le charbon, que nous avons déjà indiquée dans le procédé Lane-Fox, est due à M. Maxim et employée par beaucoup de constructeurs. Elle donne aux fils une grande élasticité.

Lampe Gérard. — Les filaments des lampes Gérard sont formés de coke en poudre mélangé de matières gommeuses, qu'on a comprimé et passé à la filière. On calcine ensuite à l'abri de l'air et l'on soude deux filaments rectilignes par leur partie supérieure, de manière à former un V renversé (fig. 491). Ces lampes n'ont qu'une résistance assez faible, et exigent par conséquent une intensité assez grande et une faible différence de potentiel. La douille est simple, donne un bon contact et permet de remplacer très facilement les lampes usées.

Lampe Cruto. — Le filament des lampes Cruto (fig. 492) est formé d'un fil de platine à



Fig. 492. — Lampe Cruto.

la Wollaston, qu'on entoure d'une gaine de charbon en le fixant dans une ampoule où circule lentement du bicarbure d'hydrogène. Le

platine étant alors porté au rouge par u
rant électrique, il se forme, par une s
décompositions chimiques, une série de c
concentriques de charbon, formant un fi
sensiblement homogène. Un système in
de vérifications électriques permet d'
l'opération au moment précis où le fila
le diamètre voulu. Le charbon est ensu
sur des supports de platine par une s
due également à la décomposition de l'ét

Lampes Thomson-Houston. — La *Th
Houston Electric C°* a imaginé plusieurs sy
de lampes à incandescence, pouvant êtr
calées dans un même circuit avec des
à arc. Nous indiquons plus loin comment
le montage (voy. ce mot). Le premier
(fig. 493) se fixe au plafond par une rosa
tant deux bornes destinées aux fils du
et un commutateur pour dériver le cou
la lampe. Les fils traversent la tige pou
au coupe-circuit destiné à protéger aut
quement la ligne, lorsque le filament s
par accident, lorsqu'on a oublié de f
lampe à son attache ou lorsque le comm
du plafond n'est pas fermé. Cette derniè
nœuvre doit toujours être faite avant de
la lampe sur la garniture.

Le second modèle est muni d'un distri
individuel, consistant en une boîte de lai
renferme un électro-aimant placé dans
cuit de la lampe et une bobine de rési
qui est automatiquement substituée à la
dans le cas où le filament vient à se br
faut un distributeur pour chaque lam
modèle ordinaire absorbe 1,25 ampère et
20 à 25 bougies. Dans les circuits pour
1200 bougies (6,8 ampères), ces distrib
sont placés par groupes de cinq. On por
nombre à huit dans les circuits pour a
2000 bougies (10 ampères) (voy. MONTAGE
que distributeur peut être muni d'un co
tateur permettant de retirer la lampe du
sans affecter le fonctionnement des autr

Un modèle spécial peut même être pl
rectement en tension sur des circuits de l
à arc. Ce modèle reçoit une monture p
lière représentée fig. 494, et qui sert à
le circuit automatiquement, soit que la
soit enlevée, soit que le filament soit bris
d'éviter l'extinction des autres lampes à
à incandescence placées sur le circuit.
cela, les deux extrémités du filament s
liées respectivement à la garniture ta
placée au centre de la base, et à un coll
cuivre qui entoure le bas de l'ampoule.

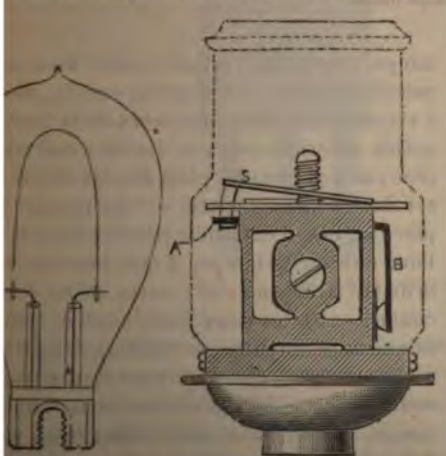
côté, les conducteurs aboutissent l'un au f du support, l'autre à une plaque isolée

au mica, qui surmonte le support. Cette plaque porte une vis qui pénètre dans la garniture ta-



Fig. 493. — Lampes Thomson-Houston.

e de la lampe et un bras A, sur lequel



g. 494. — Monture des lampes Thomson-Houston.

io, lorsqu'il n'y a pas de lampe, le res- relié au massif. Le circuit est ainsi fermé

quand il n'y a pas de lampe. Si l'on visse une lampe, le ressort S s'abaisse, le contact avec A est rompu et la lampe peut s'allumer. La plaque isolée porte enfin une équerre B qui s'appuie sur le massif du support, mais en est séparée par une feuille de papier isolant. Si le filament se brise, la différence de potentiel en B est suffisante pour percer le papier et le circuit se trouve rétabli.

Lampe Heisler. — D'autres inventeurs, notamment MM. Heisler, de Saint-Louis (Missouri), et Bernstein, se fondant sur les dangers résultant des hautes tensions, préconisent l'emploi de lampes peu résistantes, alimentées par des courants de grande intensité et de faible force électromotrice.

La lampe Heisler (fig. 495), très employée en Amérique, est formée d'un filament en forme de boucle, de faible résistance, donnant une lumière blanche, se rapprochant par sa couleur de celle de l'arc voltaïque. Ces lampes sont

très économiques et faciles à installer. M. Heisler emploie des courants de 5 ampères; il suffit donc de prendre un fil de 2 millimètres de diamètre pour l'intérieur et de 3,4 millimètres pour l'extérieur, de sorte que la perte est très faible. Le diamètre des conducteurs est le même quel que soit le nombre des lampes, ce qui simplifie beaucoup l'installation. Toutes les lampes sont montées en série. La figure représente une lampe Heisler disposée pour l'éclairage public. Le support en fer se fixe dans un poteau de bois; les fils qui partent de la lampe passent sur des isolateurs et vont aboutir au conducteur principal, qui est aérien et soutenu par des isolateurs placés un peu plu sur le même poteau.

Un ferme-circuit automatique est j chaque lampe pour l'isoler en cas d'exti

Ces lampes donnent une intensité d 200 bougies.

Lampe Bernstein. — Cette lampe est faible résistance (0,7 à 1,4 ohm), et se également en série. Le filament est obte la carbonisation d'un ruban creux en soi che. Il est fixé à des fils de platine par l médiaire de petites masses d'émail. La 496 montre le dernier modèle, renferm gros fil de charbon horizontal *a*.



Fig. 495. — Lampe Heisler.

Toutes les lampes étant en série, il faut que, si un filament vient à se rompre, la lampe soit mise immédiatement en court circuit. Pour cela les deux fils qui supportent le filament sont très rapprochés en un point *c*; en *d* ils sont entourés d'une matière isolante et reliés par un ressort *e*, qui tend à les faire toucher en *c*. La résistance mécanique du filament *a* s'oppose à ce mouvement et empêche le contact, tant qu'il est en bon état. A mesure qu'il s'use, l'action du ressort fait rapprocher les deux fils, et le contact se produit dès que le charbon est consumé, mettant la lampe en court circuit.

Le support est construit de telle façon qu'il faut établir un contact direct avant d'enlever la lampe, et que le contact ne peut pas être rompu ensuite avant qu'on ait replacé une nouvelle lampe. Une plaque isolante porte deux d métalliques i et i_1 de section carrée, des à recevoir les fils conducteurs de la lam parois antérieures de ces douilles sont r cées par des ressorts plats kk_1. Quand la est dans la douille, elle est maintenue pièce *m*, dont l'extrémité pénètre dans la Pour enlever la lampe, il faut tourner la *m* de 90° avec une clef; cette pièce éta contact entre les deux douilles et se trou lidement maintenue par les deux ressorts voit de chaque côté. Ces deux ressorts s vent soulevés lorsqu'on introduit une lampe, et l'on peut alors ramener la p dans sa première position.

Lampes à incandescence à grande inten Les lampes les plus employées sont dont l'intensité varie entre 1 et 20 bougi

…ulier les modèles de 8, de 10, de 16 et … bougies. Toutes les autres sont moins …s. Les lampes à grande intensité, outre …les sont beaucoup plus rarement utiles, …résenté pendant longtemps l'inconvénient …ser beaucoup plus vite. On est cependant parvenu, depuis quelque temps, à fabriquer des modèles dont l'intensité peut s'élever jusqu'à 100 bougies et qui peuvent par suite rivaliser avec l'arc électrique, sans qu'elles présentent une durée inférieure à celle des lampes ordinaires. Telles sont les lampes Clarke, Chapman

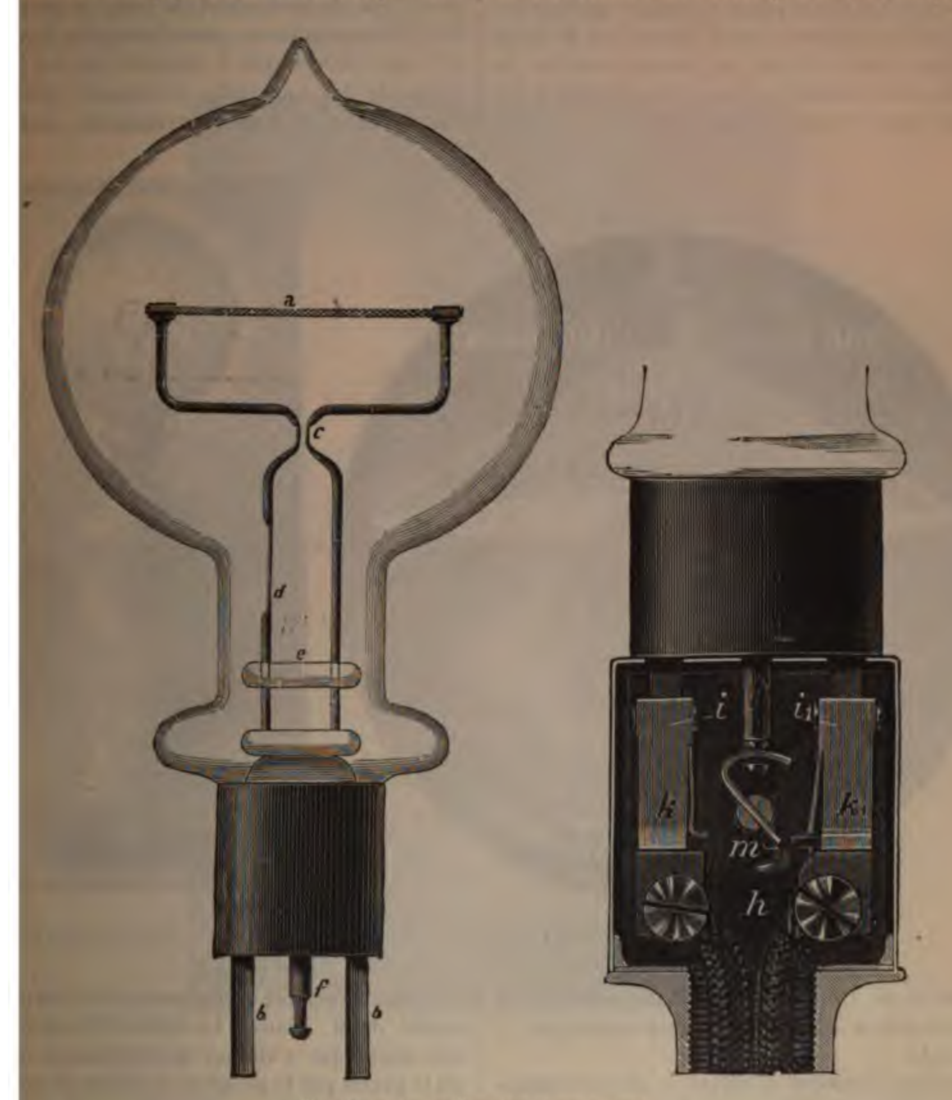


Fig. 496. — Lampe Bernstein et son support.

…rsons, actuellement employées au théâtre …hâtelet et la « Sunbeam Lamp » de MM. …house et Rawson (fig. 497), qui peut don…e 200 à 1500 bougies.

…pes portatives. — Pour compléter l'énu…tion des divers types d'éclairage électri… …il nous faut signaler encore des appareils …renant une lampe à incandescence de puissance variable et une source capable de l'actionner pendant un certain temps; cette source peut être d'ailleurs une pile ou un accumulateur. Ces lampes portatives affectent des formes différentes suivant les divers usages auxquels elles sont destinées.

Quelques constructeurs fabriquent des lampes de ce genre destinées à l'éclairage des ap-

partements ; elles affectent la forme d'une lampe ordinaire (fig. 498), dont le pied contient la source d'électricité, pile ou accumulateur ; le plus souvent c'est une pile au bichromate. Le socle contient huit compartiments isolés renfermant le liquide : à la partie supérieure est suspendue une plaque isolante portant les zincs et les charbons reliés en tension. Il suffit de faire faire à la clef un certain nombre de tours pour allumer la lampe en plongeant les lames dans le liquide ; on les enfonce plus ou

moins, afin d'avoir l'intensité voulue. pareils contiennent d'ordinaire 2 à 3 liquide et peuvent servir 4 ou 5 heur devons déclarer cependant que, mal simplicité apparente, ils ne nous semb fournir une solution pratique de l' privé, car ils présentent un assez gra bre d'inconvénients : outre leur prix nécessité de changer le liquide tous l le poids des appareils, le danger d'une chute ou d'un renversement,



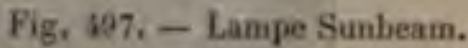

Fig. 497. — Lampe Sunbeam.



Fig. 498. — Lampe électriqu

raissent de trop graves défauts pour qu'on puisse songer à éclairer un appartement par ce procédé.

Lampes portatives de sûreté. — Si les lampes portatives nous paraissent absolument impropres à un éclairage régulier, il faut ajouter qu'elles conviennent au contraire très bien dans quelques cas particuliers, lorsqu'on n'a besoin de lumière que pendant un temps assez court ou lorsque l'éclairage électrique présente des avantages particuliers. Il se présente chaque jour, même dans les usages domestiques, une foule de cas où il est précieux d'avoir une source de lumière qui n'expose à aucun dan-

ger d'incendie. Tel est l'avantage des la sûreté de M. Trouvé. La figure 499 re une lampe qui s'allume spontanémen on la prend par la poignée. La boîte D une pile au bichromate de potasse plaques de zinc et de charbon sont sus au couvercle. Dans la position actu plaques plongent dans le liquide et la tionne la lampe à incandescence, qui au couvercle C. Le couvercle de la boî une tige verticale qui traverse cell toute sa hauteur et se termine au bas plaque ronde G. Dès qu'on pose la la une table, elle vient s'appuyer sur la p

e verticale repousse le couvercle, qui re-
e jusqu'au haut de l'appareil et fait sortir
ême temps les zincs et les charbons du
le. Dès qu'on saisit l'appareil par la poi-
et qu'on le soulève, la plaque G devient
le couvercle s'abaisse et les éléments
cendent. Une double enveloppe de cristal
e sorte de lanterne métallique protègent la lampe à incandescence. Une série de tiges métalliques pendent librement autour du cylindre D; si le vase s'incline d'un côté, il y a toujours une de ces tiges qui vient s'appuyer sur la table et l'empêche de tomber.

Le modèle représenté par la figure 500 s'allume au contraire quand on le pose sur sa base ou qu'on le suspend à l'aide de la poignée J ou

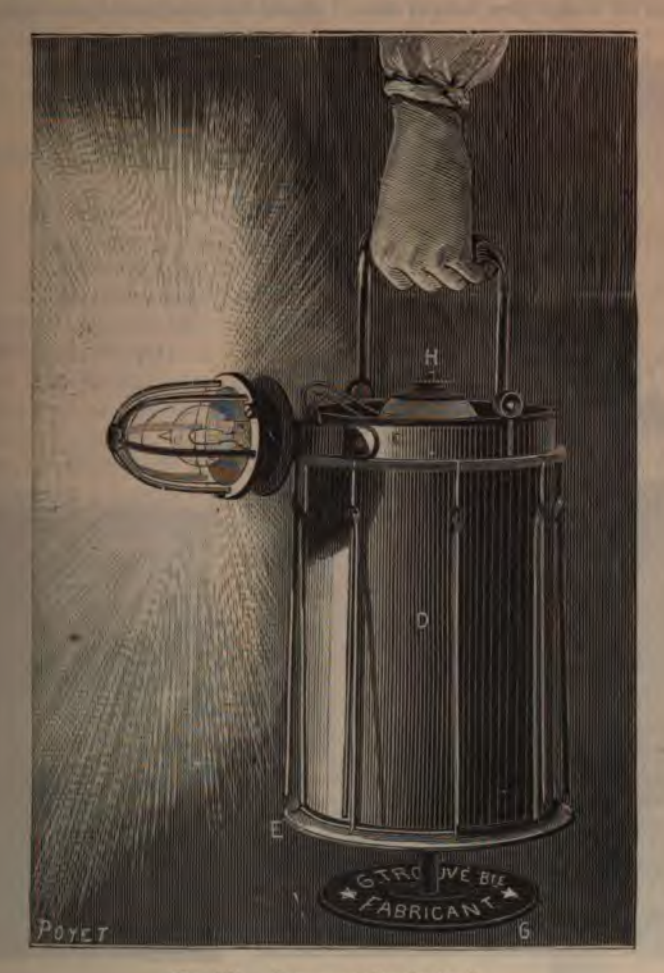


Fig. 499. — Lampe portative de sûreté.

courroie AB, attachées toutes deux sur la
e C, qui forme le haut de la caisse conte-
les piles ; si l'on saisit l'appareil ou qu'on
oche par la poignée F qui est fixée au
rcle, celui-ci remonte, les éléments sor-
du liquide et la lampe s'éteint. Cette dis-
on permet de porter la lampe à la main
nt un certain temps sans qu'elle s'allume,
i n'est pas possible avec le premier mo-
D'ailleurs, ce dernier convient plutôt aux besoins industriels; c'est celui qui a été adopté par les sapeurs-pompiers de Paris. Le premier se prête parfaitement aux usages domestiques: il peut remplacer avec avantage les bougeoirs, les lanternes et les petites lampes à essence minérale dont l'emploi est si dangereux : la lampe électrique, au contraire, éclaire beaucoup mieux et donne toute sécurité. Elle est donc d'une utilité incontestable pour la recherche des fuites de gaz et chaque fois qu'on veut

pénétrer dans une cave, un grenier ou tout autre lieu pouvant contenir des matières inflammables. Ces lampes peuvent fournir 15 bougies-heure, c'est-à-dire l'intensité de 1 bougie pendant 15 heures ou de 3 bougies pendant 5 heures.

La pile au bichromate convient bien aux appareils précédents, qui ne doivent pas fournir de la lumière pendant un temps bien long et dont la disposition permet de retirer facileme[nt les] éléments du liquide. On peut cependan[t em]ployer aussi dans les intruments de ce [genre] des accumulateurs; la lumière s'obtient [alors] facilement en touchant un bouton au un [com]mutateur, mais il ne nous semble pas très [com]mode d'avoir à charger des accumulateurs [pour] un appareil qu'on n'utilise que raremen[t. La] figure 501 représente une lampe de ce ge[nre];



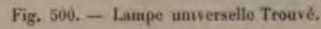

Fig. 500. — Lampe universelle Trouvé.


Fig. 501. — Lanterne électrique portat[ive].

elle est fixée à une courroie que suivent les conducteurs, et alimentée par des accumulateurs contenus dans une sacoche qu'on peut facilement porter en bandoulière.

Enfin nous indiquons à l'article Éclairage un certain nombre de modèles de lampes destinés à des cas particuliers.

LAMPE-TÉMOIN. — Lampe à incandescence placée près de la machine ou du tableau de distribution et indiquant par son fonctionnement les manœuvres à effectuer pour rég[ulari]ser le courant.

LANTERNE ÉLECTRIQUE. — Voy. [LAMPE] PORTATIVE.

LANTERNE MAGIQUE AUTOMATIQU[E]. — On donne ce nom à des appareils installés [dans] les rues de Paris et dans lesquels on vo[it des] dessins éclairés à la lumière électrique, [lors]que l'on met dix centimes dans une fent[e des]tinée à cet usage.

onnes portent, à la partie antérieure, permettant de regarder ce qui se dedans. Dans l'état ordinaire on ne tant l'intérieur est obscur. Mais, ausla pièce règlementaire est lancée, un ie fort simple joue, et une lampe à inalimentée par un accumulateur

əgarde de nouveau, on voit se dérounatiquement une série de photograairées à la lumière électrique et reıt les événements ou les hommes du

Électromètre de). — Voy. Bouteille

. — Terme technique populaire par ı désigne une plaque métallique ou i, dans certaines sonneries, est déclenıoment où l'électro-aimant attire son et fournit une trace visible de l'appel.

GOSCOPE ÉLECTRIQUE. — Le larynst formé d'un miroir plan, incliné de onner une image virtuelle du larynx, face de l'observateur. Pour que cette t visible, il faut, à l'aide du même miirer fortement l'organe étudié. Dans ›scope électrique de M. Chardin, cet est produit par une petite lampe à ›ence, placée à une distance variable du miroir (fig. 502).

Loi de). — Voy. Induction.

t-AIGUILLEUR. — Organe du téléıultiple de Baudot (Voy. Télégraphe).

IBERG (Figures de). — Voy. Figures.

JRE. — Mode de raccordement de (Voy. Ligne et Conducteur).

— Conducteur isolé d'une grande reliant deux appareils électriques par exemple deux postes télégraphiéléphoniques, deux dynamos servant ;énératrice, l'autre de réceptrice, etc. s sont aériennes, souterraines ou ines; mais on donne plus plus spécia: nom aux conducteurs aériens. Le ɔuvera au mot Canalisation ce qui est x lignes souterraines, au mot Cable ncerne les lignes sous-marines, enfin Fil et Conducteur un certain nombre ;nements généraux.

ıes aériennes sont formées généraleıl de fer galvanisé ou de bronze siliphosphoreux. Ces derniers métaux conducteurs et permettent de dimiiamètre des fils et aussi d'écarter da- ɛs supports, ce qui est préférable au point de vue de l'économie et de l'isolement. Lorsqu'on fait usage de fils de fer, on emploie des fils de 3 ou 4 millimètres de diamètre pour les petites lignes, et de 5 millimètres pour les lignes plus longues. Dans les montagnes, on se

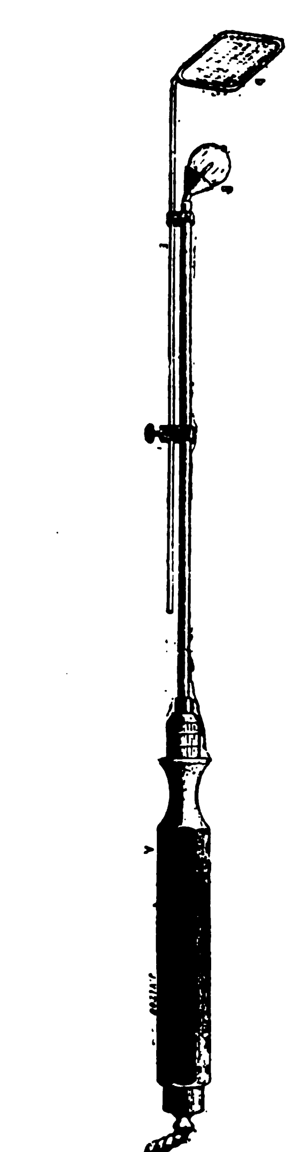


Fig. 502. — Laryngoscope électrique de M. Chardin.

sert de fils d'acier de 5 à 6 millimètres, qui ne suffisent même pas toujours pour empêcher les ruptures occasionnées par la neige. Les fils de 4 millimètres peuvent être remplacés par des fils en bronze silicieux de 2 millimètres.

Le *piquetage* de la ligne consiste à déterminer la nature et l'emplacement des divers ap-

puis. Quand le tracé est arrêté, un des agents principaux se rend sur le terrain, fait mesurer la distance à laisser entre les appuis, et creuser un trou à la place exacte de chacun d'eux. On expédie ensuite le matériel, par chemin de fer, si l'on doit suivre une voie ferrée, par voitures si l'on suit une route. Après ces opérations préliminaires, on plante les poteaux (Voy. ce mot). Les lignes suivent généralement une route ou une voie ferrée. Lorsque la route fait de nombreux lacets, la ligne peut couper en ligne droite, mais cette disposition rend la surveillance et l'entretien plus difficiles. Sous les ponts, les isolateurs se fixent directement à la voûte de pierre. Lorsqu'une voie ferrée traverse un tunnel humide, on peut remplacer le fil par un câble ; mais il vaut mieux faire passer le fil à l'extérieur. Sur les voies ferrées, les poteaux se plantent à 1,50 m. au moins des rails, sur les talus latéraux, et les fils se fixent à une hauteur minimum de 2 mètres. Cette hauteur est élevée à 3 mètres le long des routes, à 4,50 m. mètres pour la traversée des routes, et à 5 ou 6 mètres dans les villes.

Les fils de fer sont livrés par l'industrie en couronnes de 60 centimètres de diamètre intérieur, contenant une longueur de fil qui varie, suivant le diamètre du conducteur, entre 160 et 270 mètres. Les couronnes destinées à former une même ligne doivent être raccordées



Fig. 503. — Ligature.

soigneusement, de façon que les joints soient solides et n'augmentent pas la résistance électrique. On se sert pour cela, en France, de manchons en fer galvanisé, dont la grosseur est appropriée au diamètre du fil. Les extrémités des deux fils sont introduites dans le manchon, recourbées de part et d'autre à angle droit, et noyées dans la soudure. Ce procédé a l'inconvénient d'exiger un matériel assez encombrant, mais il donne des joints très supérieurs pour la conductibilité à ceux des anciens procédés.

On fait cependant encore usage, dans certains pays, de la *ligature française*, dans laquelle les deux conducteurs sont juxtaposés, puis serrés fortement avec du fil plus fin, appelé fil à ligatures (fig. 503), ou de la *torsade*, qui consiste à enrouler plusieurs fois chacun des conducteurs autour de l'autre (fig. 504). Ces procédés ne servent plus en France que pour la télégraphie militaire, qui doit naturellement éviter tout matériel encombrant.

On doit se préoccuper aussi de donner à la

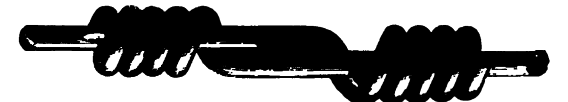


Fig. 504. — Torsade.

ligne une tension convenable. En France, on employait autrefois pour cet usage des *tendeurs*, analogues aux petits treuils employés sous le nom de raidisseurs pour tendre les fils le long des clôtures ou des espaliers. Cette disposition avait l'inconvénient de faire écailler la couche de zinc qui protège le fer, et par suite, de faciliter la production de la rouille, ce qui pouvait donner un mauvais contact. Il a paru préférable de renoncer à ces appareils et d'obtenir la tension directement, soit à la main, soit avec des mâchoires à tendre. On opère ce réglage à peu près tous les 400 m., et, dès qu'il est terminé, on fixe le fil aux isolateurs à l'aide de fil à ligatures. On emploie encore les tendeurs dans certains pays ; on en met un par kilomètre.

Remarquons enfin qu'on doit donner à une série de fils parallèles un écart suffisant pour qu'ils ne puissent se toucher, et qu'on doit les régler à une tension moyenne, telle qu'ils puissent se dilater librement en été et se contracter en hiver.

MM. Lazare Weiller et Cie, d'Angoulême, bien connus pour la fabrication du bronze silicieux, ont exposé en 1889 un matériel très commode pour la construction des lignes. Nous citerons un certain nombre des outils qui le composent.

La pince universelle de M. J.-B. Grief, de

Vienne, peut servir à une foule d'usages, car elle travaille en

a, comme pince ordinaire à joues lisses.

b, comme tenaille pour fils faibles ;

c, comme pince tranchante pour gros fils ;

d, comme pince pour tendre le fil à l'aide de l'anneau ;

e, comme clef servant à visser et dévisser les tiges d'isolateurs.

f, comme clef à écrous.

g, comme tourne-vis (deux grandeurs) ;

h, comme lime (face et côtés).

La figure 505 montre cette pince dans ses divers usages : dans le premier dessin, un fil est maintenu par la tenaille *b* ; sur le second, un fil est serré dans la clef *e* et un écrou dans la clef *f* ; l'anneau est au-dessous ; sur le troisième, le fil est coupé en *c*. On voit ensuite un fil serré en *d*, et fixé par une corde qu'on passe autour de lui et de l'anneau de tension, et que l'on tend en l'enroulant autour d'un support. La figure 506 montre une pince tranchante à cou raccourci, imaginée par M. Pacher, et qui permet de couper sans effort des fils très gros.



Fig. 505. — Pince universelle de Grief.

Fig. 506. — Pince de M. J. Pacher.

La première pince est représentée au 1/3 et la seconde au 1/5 de la grandeur naturelle.

Le tendeur dynamométrique Hœnigshmidt (fig. 507) sert à donner exactement aux fils le degré de tension nécessaire pour la pose. Le fil, serré entre deux mâchoires qu'on voit en coupe sur la gauche, est tendu par la corde *ab*, qui passe sur une petite poulie placée près de la poignée. Les articulations de la branche mobile sont disposées de sorte que le fil se trouve serré de plus en plus, à mesure que la tension augmente. La figure montre encore deux modifications de l'appareil ; dans la dernière la tension est produite par une courroie à boucle. Enfin, si l'on veut mesurer exactement la tension donnée au fil, tension qui ne doit pas dépasser le cinquième ou le quart de la charge de rupture, on emploie le modèle (fig. 508), qui est muni d'une graduation.

L'appareil suivant, imaginé aussi par M. Grief (fig. 509), permet de raccorder facilement deux fils ; c'est une fourche à ressort dont chaque branche est munie d'une pince s'ouvrant parallèlement à l'aide d'une vis à oreilles, représentée à part. Cette fourche se fixe sur un poteau ou sur un arbre, avec une corde et une pièce de bois triangulaire. Elle maintient fixes les deux fils pendant qu'on les raccorde ; elle évite toute flexion et torsion nuisibles, et permet d'obtenir un joint très solide. La figure 510 montre le mode d'emploi de ce petit appareil, pendant la confection des joints.

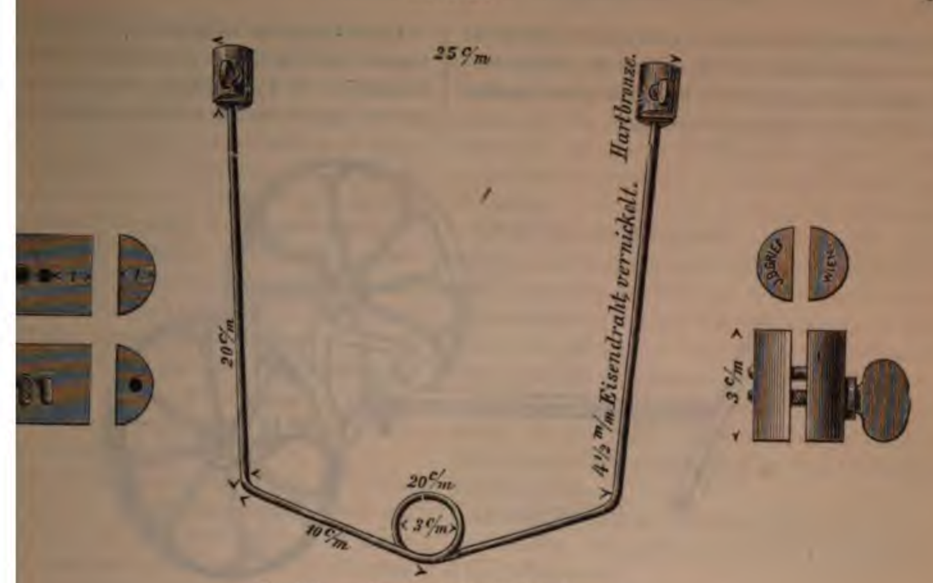


Fig. 509. — Fourche de M. Grief de Vienne.

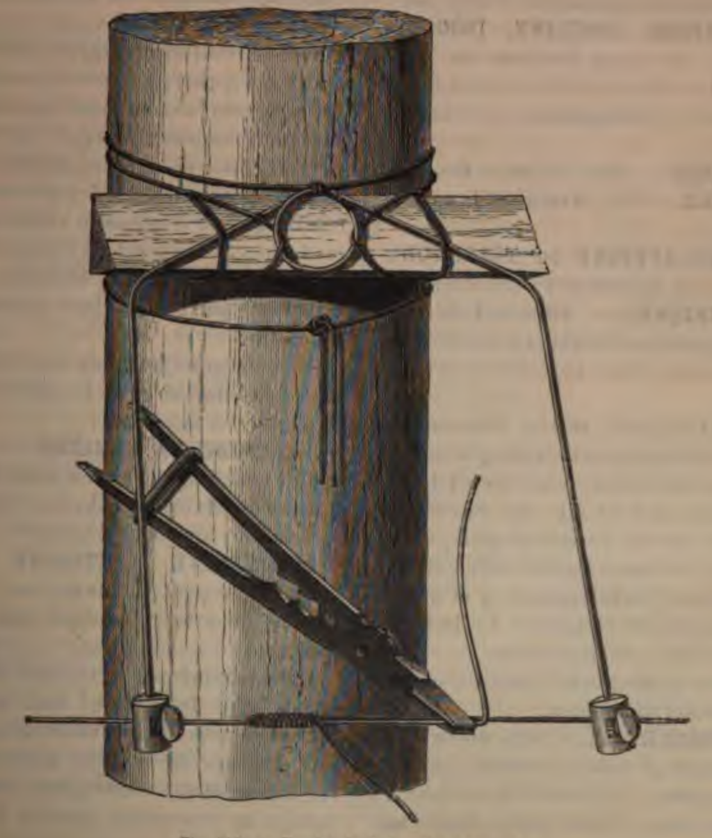


Fig. 510. — Emploi de la fourche à ressort.

un isolateur (Voy. ce mot) en ébonite, qui n'est pas indispensable si l'on se sert de câbles isolés, mais qui permet de les fixer plus rapidement et d'une façon plus solide.

La télégraphie militaire fait aussi usage de lignes souterraines construites d'avance. A l'exemple de l'Allemagne, un certain nombre de ces lignes ont été établies depuis 1880 (Voy. colonel Gun, l'*Électricité appliquée à l'art militaire*).

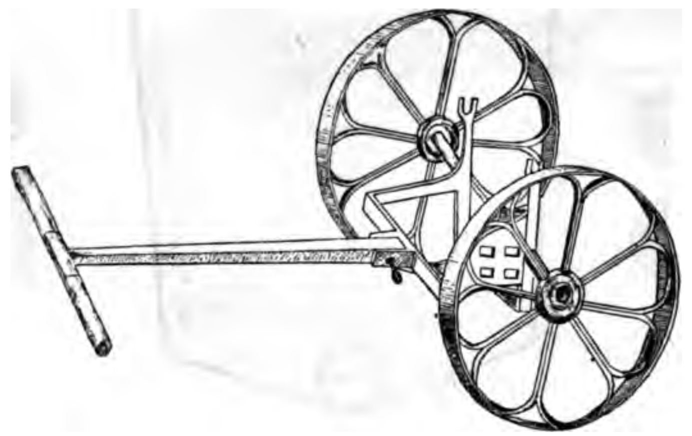


Fig. 511. — Brouette à dérouler les câbles.

LIGNE AGONIQUE, ISOCLINE, ISOGONIQUE, etc. — Voy. Agonique, Isocline, etc.

LIGNE DE FOI. — Droite tracée sur une boussole (Voy. ce mot) et indiquant la direction de l'axe du navire.

LIGNE DE FORCE. — Voy. Champ et Force.

LIGNE NEUTRE. — Voy. Aimant et Influence électrique.

LIGNE TÉLÉGRAPHIQUE ou TÉLÉPHONIQUE. — Voy. Ligne, Télégraphe et Téléphone.

LOBE ÉLECTRIQUE. — Matteucci désigne ainsi, chez les poissons électriques, le lobe postérieur du cerveau, dont l'excitation produit des décharges.

LOÇAL. — Cet adjectif sert à désigner un circuit de petites dimensions ou une pile placés en un point, par opposition à un circuit beaucoup plus étendu ou à la pile qui envoie un courant dans ce circuit. En télégraphie, *transmettre* ou *recevoir en local*, signifie relier directement le récepteur, le manipulateur et la pile du même poste, en les séparant de la ligne, et en transmettant du manipulateur au récepteur de ce même poste ; cette disposition sert à rechercher les dérangements.

LOCH ÉLECTRIQUE. — Les lochs électriques sont des compteurs de tours actionnés par une hélice ou un moulinet. Le loch de M. Le Goarant de Tromelin est formé d'une hélice dont l'axe porte une languette de cuivre, qui vient, à chaque révolution, rencontrer un fil métallique, et fermer un circuit contenant une pile et un compteur analogue au récepteur des télégraphes à cadran. Les deux fils isolés qui constituent le circuit sont contenus dans le câble qui soutient l'appareil. Il n'est pas nécessaire que l'interrupteur soit enfermé dans une boîte parfaitement étanche ; lorsqu'il est au contact de l'eau, il existe encore, suivant que le circuit est fermé par l'eau ou par les pièces métalliques, une différence d'intensité suffisante pour assurer le fonctionnement de l'appareil.

Dans le loch de M. Fleuriais, l'hélice est remplacée par un moulinet analogue à celui de Robinson.

On détermine par des expériences préliminaires la relation entre le nombre de tours et la vitesse du navire.

LOCOMOBILE A LUMIÈRE. — Appareil servant à l'éclairage (Voy. ce mot) des opérations militaires, agricoles, etc., et à la production des signaux de télégraphie optique.

LOCOMOTIVE ÉLECTRIQUE. — Il est évident qu'on peut actionner une locomotive à l'aide d'un moteur électrique, qui recevra le courant, soit d'accumulateurs placés sur la locomotive elle-même, soit d'une dynamo placée en un point de la ligne; dans ce dernier cas, les conducteurs qui amènent le courant peuvent être disposés de diverses manières. En réalité, les locomotives électriques actuellement en service ne desservent que des lignes de quelques kilomètres ; ce sont plutôt des tramways que des chemins de fer ; nous les renverrons donc au mot Tramway.

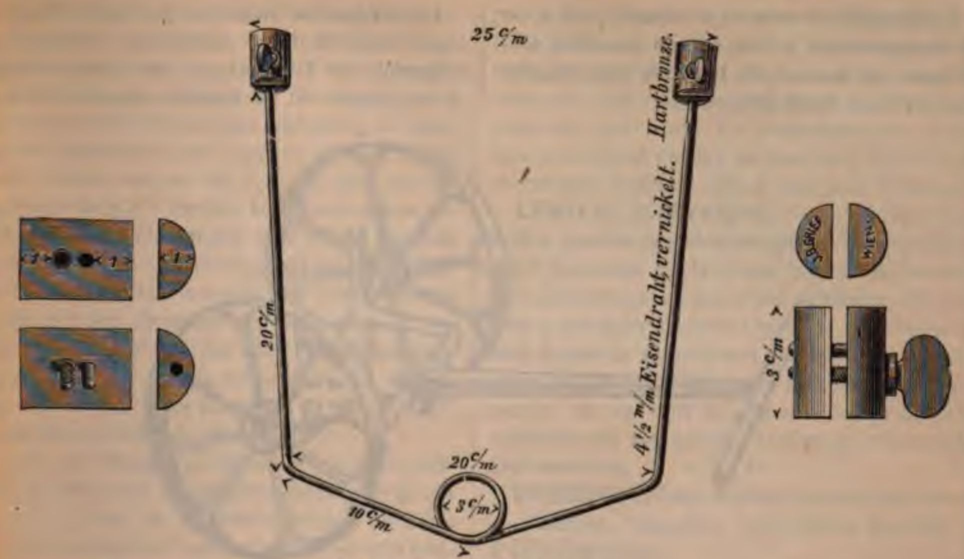


Fig. 509. — Fourche de M. Grief de Vienne.

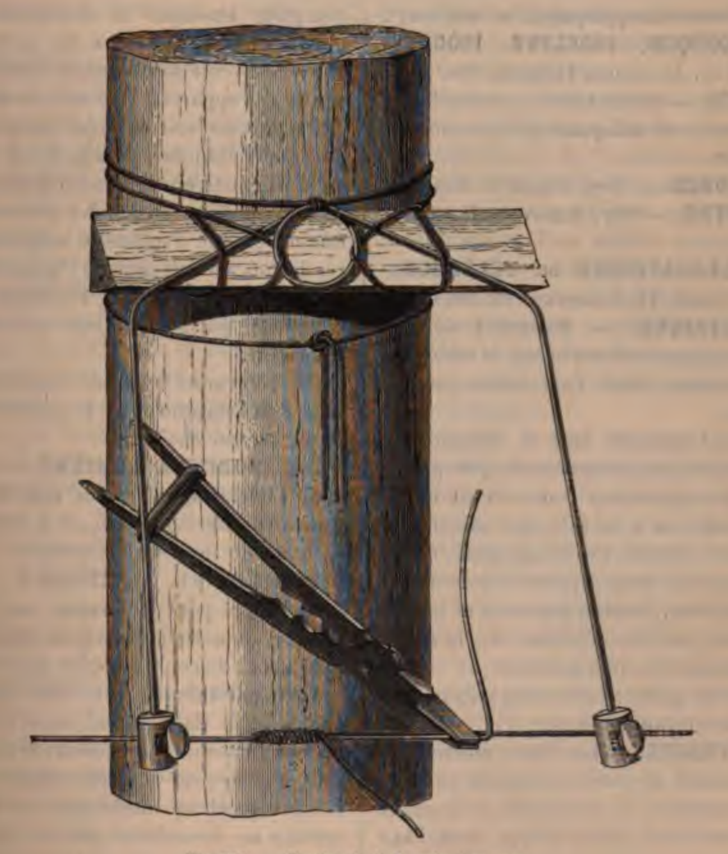


Fig. 510. — Emploi de la fourche à ressort.

M

MACHINE A BATTRE ÉLECTRIQUE. — Application de la transmission de l'énergie, faite à Chassart, près Fleurus (Hainaut) en 1889, chez MM. Dumont. La source d'électricité consistait en une dynamo placée dans l'un des vastes bâtiments de l'usine agricole de Chassart, qui comprend sucrerie, distillerie, etc., et commandée par une machine horizontale du système Hoyos. Un fil de cuivre de 6 millimètres de diamètre, recouvert d'un enduit isolant et placé sur des poteaux, amenait le courant à la dynamo réceptrice, située en pleine campa à 800 mètres des bâtiments, et qui actio une machine à battre à grand travail de somes et Cie, à laquelle elle était reliée une courroie sans fin. La génératrice abso environ 16 chevaux-vapeur et en transm 10 à la réceptrice.

MACHINE A COUDRE ÉLECTRIQUE. — chine à coudre mue par un moteur élect (application de la transmission de l'éner Le modèle représenté (fig. 512) est f



Fig. 512. — Machine à coudre électrique.

d'une machine à coudre ordinaire, d'un système quelconque, actionnée par un petit moteur électrique, placé au-dessous de la table, de manière à ne pas gêner la mécanicienne. Ce moteur, qui est relié avec la source électrique, transmet le mouvement, par une courroi cuir, à l'axe de la machine. Un régula assujetti également sous la table, et enf comme l'électromoteur, dans une caiss bois, permet d'adapter la machine aux d

de travaux, et lui donne une rapidité illeuse. C'est la pédale qui sert d'interrup- a mécanicienne tient le pied appuyé sur ièce, et met la machine en marche ou instantanément en enfonçant un peu la du pied ou en abaissant le talon. Comme avons dit, cette disposition peut s'a- à une machine quelconque sans lui bir aucun changement.

HINE D'INDUCTION. — Machine pro- des courants induits par le déplace- e bobines dans un champ magnétique. pareils qui produisent ces courants par on du champ magnétique sont appelés bobines d'induction (Voy. ce mot). Les machines d'induction transforment en électricité l'énergie dépensée pour faire tourner l'induit malgré les forces électriques; elles sont réversibles.

Les machines d'induction comprennent toujours un *inducteur*, destiné à produire le champ magnétique, un *induit*, qui tourne dans ce champ et dans lequel se produit le courant utilisé, un *collecteur*, qui recueille les courants induits, et les redresse si c'est nécessaire. Les unes donnent des courants alternatifs, les autres un courant continu.

On nomme machines *magnéto-électriques* celles

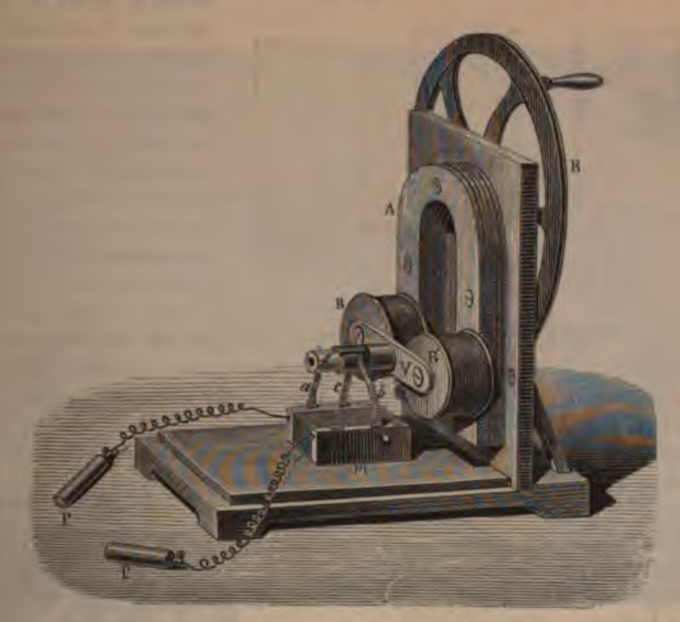


Fig. 513. — Machine de Clarke.

champ est produit par des aimants per- ts, machines *dynamo-électriques* celles squelles il est dû à un ou plusieurs -aimants.

ines magnéto-électriques. — La pre- machine magnéto-électrique, imaginée xii en 1832, fut bientôt remplacée par Saxton, qui en diffère en ce que l'ai- st fixe et la bobine mobile, contraire- ce qui avait lieu dans la première, et bientôt perfectionnée par Clarke.

ne de Clarke. — La machine de Clarke) se compose d'un aimant en forme d'U erticalement, devant les pôles duquel bines accouplées tournent autour d'un izontal.

Considérons l'une des deux bobines B (fig. 514) pendant une rotation entière. Quand elle est devant le pôle *a*, son noyau de fer doux est aimanté et présente un pôle sud du côté de l'aimant; il peut donc être assimilé à un solénoïde dont le courant tournerait de droite à gauche. Si la bobine s'éloigne de *a*, l'intensité magnétique de son noyau diminue, ce qui produit dans le fil un courant induit direct et tournant par conséquent de droite à gauche.

La rotation continuant, le noyau de fer doux se désaimante lorsqu'il est à égale distance des pôles *a* et *b*, et s'aimante ensuite en sens contraire; mais, l'intensité magnétique allant en croissant, le courant induit est inverse; il n'a

donc pas changé de sens (seconde position). Quand la bobine B passe devant le pôle *b*, son aimantation devient maximum et diminue en-

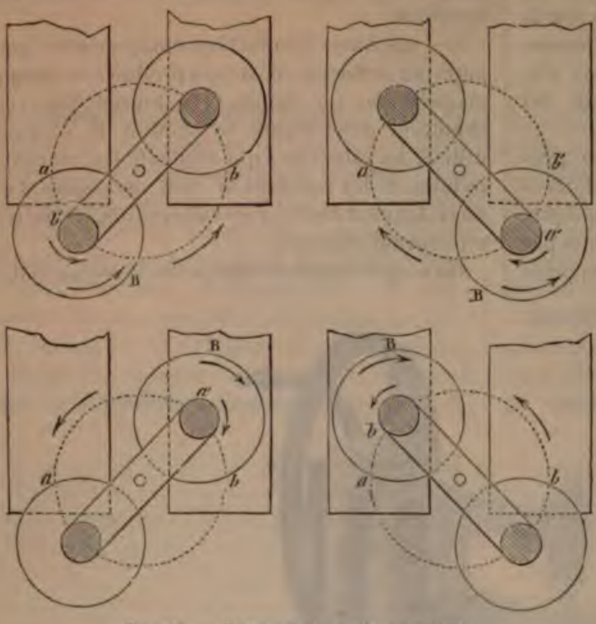


Fig. 514. — Théorie de la machine de Clarke.

suite ; le courant induit change donc de sens, comme le montre le troisième dessin, et il conserve ce sens (quatrième position) jusqu'en *a*. On verrait de même qu'il change de sens en ce point.

Le courant change donc de sens à chaque demi-tour, lorsque la bobine traverse la ligne *ab*. Mais l'appareil porte deux bobines qui tournent ensemble autour du centre, de sorte qu'il s'en trouve toujours une au-dessus de la ligne *ab* et l'autre au-dessous : elles sont donc toujours le siège de deux courants contraires. Pour recueillir ces courants, leurs fils sont enroulés en sens contraires et réunis par leurs extrémités : on peut donc comparer les bobines à deux éléments de pile associés par les pôles de même nom, mais chaque pôle changeant de signe à chaque demi-révolution.

La machine de Clarke fournit donc des courants alternatifs. Il est souvent utile de les redresser, ce qui se fait à l'aide d'un commutateur (fig. 515) : l'axe de rotation des bobines porte sur son prolongement un cylindre isolant J

entouré par deux demi-anneaux *oo'* com
quant chacun avec l'un des pôles des bo
Chacun de ces demi-anneaux représente
successivement le pôle positi
dant un demi-tour et le pôle
pendant le même temps. De
côté sont fixés deux resso
(fig. 513), qui s'appuient sur le
anneaux et communiquent a
tivement avec chacun d'eux p
une demi-révolution. Les de
neaux sont disposés de tell
que chacun d'eux abandonne
sort pour venir toucher l'au
moment même où le courant
de sens : il en résulte que chac
ressorts garde toujours le mêm
et qu'il suffit de les réunir p
rhéophores pour obtenir un c
redressé et continu. Le res
représentera par exemple l
positif et *e* le pôle négatif. Le
phores se fixent à l'extrémi
plaques de cuivre *mn*.

On peut recueillir en même
l'extra-courant au moyen de
pièces métalliques *i* commun
avec les deux demi-viroles,
cées sur un même diamètre du commu
L'une de ces pièces se voit (fig. 515). Un tro
ressort *a* (fig. 513) est rencontré successiv



Fig. 515. — Commutateur.

par chacune de ces pièces au moment
courant induit a son maximum d'in
Il se forme alors un court circuit mét
o'bianco, et l'observateur qui tient l
gnées PP reçoit l'extra-courant de rup

effets calorifiques et lumineux, on a bobine à fil long par une autre t court.

le l'Alliance. — La machine de Clarke eu d'applications industrielles, mais ruit sur le même principe un cer-e de machines plus puissantes. Telle ine de l'Alliance, imaginée par Nollet t perfectionnée par Van Malderen. aux aimantés sont disposés en un cal, les pôles vers le centre (fig. 516); pôles tourne un plateau portant à rence huit couples de bobines ana-elles de la machine de Clarke. On peut augmenter la puissance en plaçant parallèlement un certain nombre de couronnes d'aimants, et en employant un nombre égal de plateaux garnis de bobines. Les bobines d'un même plateau sont montées en série ; celles des différents plateaux peuvent être réunies en série ou en quantité. Le courant change de sens chaque fois qu'une bobine passe devant un pôle, c'est-à-dire seize fois par tour, ce qui, à raison de 400 tours par minute, fait plus de 100 inversions par seconde. A l'origine un commutateur redressait tous ces courants; comme il s'usait rapidement par les étincelles, on le supprima.



Fig. 516. — Machine de l'Alliance.

ine de l'Alliance a été employée la l'éclairage des phares ; les premiers triques furent ceux de la Hève (1863) ; pliquée également au cap Gris-Nez, de Cronstadt, d'Odessa, etc. Elle ne t plus aujourd'hui.

ine de Holmes, employée au phare Foreland, est analogue à celle de

de Siemens. — En 1854, M. Siemens nduit des machines magnéto-électri-orme qui permet d'obtenir des effets es et qui a été appliquée depuis à un bre de machines.

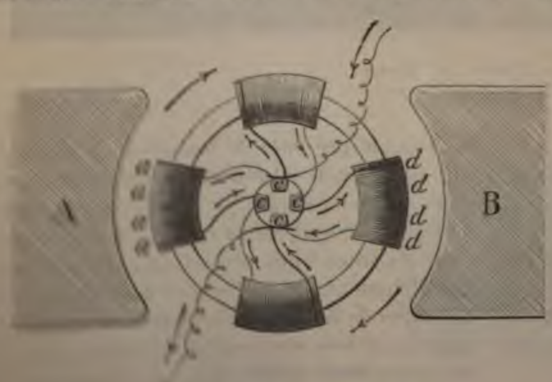
u de l'induit est un cylindre de fer é parallèlement à l'axe, de sorte que la section présente la forme d'un double T (fig. 517). Le fil est enroulé longitudinalement dans ces deux gorges, et recouvert de feuilles de laiton. Le tout forme un cylindre qui tourne entre les pôles d'une série d'aimants en U placés parallèlement. Ces pôles sont fixés à une série de pièces de fer doux SN, alésées de manière à embrasser très étroitement la bobine. Celle-ci se trouve donc placée dans un champ magnétique très intense, et les fils coupent les lignes de force à angle droit sur une grande partie de leur parcours, ce qui donne le maximum d'effet. Les portions cylindriques de fer doux forment deux pôles longitudinaux qui changent de signe à chaque demi-révolution. Le courant change de sens chaque fois que ces

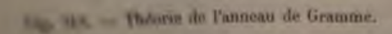
passent devant les pôles NS. La machine donne donc, comme celle de Clarke, des courants



Fig. 517. — Armature de Siemens.

alternatifs. On peut les recueillir à l'aide de deux ressorts frottant l'un sur l'axe O, auquel est soudée l'une des extrémités du fil, l'autre




Fig. 518. — Théorie de l'anneau de Gramme.

[illegible] du son axe, ce qui ne change rien [illegible], car les pôles a et d se déplacent [illegible] restent fixes dans l'espace. Au [illegible] bobine, il y en a un nombre [illegible] couvrir complètement l'anneau

sur une bague métallique isolée et re l'autre extrémité. On peut aussi les redr l'aide d'un commutateur analogue à celu machine de Clarke.

Machine de Gramme. — M. Gramme a in en 1870 une forme de bobine qui est app également dans ses machines dynamo-é ques. Supposons qu'on place entre les pô d'un aimant (fig. 518) un anneau de fe immobile, il s'aimantera par influence et dra un pôle sud en d et un pôle nord Il est donc assimilable à deux solénoïdes circulaires réunis en a et d par leurs pô même nom.

Supposons de plus qu'on enroule aut cet anneau une petite bobine et qu'on la glisser dans le sens des flèches. Quand e de a en d, elle parcourt une moitié de l'an dans laquelle le sens de l'aimantation ne c pas; mais, dans la première moitié de ce elle s'éloigne d'un pôle et donne par cons un courant direct; dans la seconde moiti s'approche de l'autre pôle et donne par un courant inverse. Le courant induit s'a donc et change de sens quand la bobine égale distance de a et de d. Au contraire, a pas de changement quand la bobine en d : en effet, le courant induit, qui éta verse, devient direct, mais l'aimantat changé de sens : le courant garde donc la direction. Dans l'anneau de Gramme, la de commutation est donc perpendiculair ligne AB.

En réalité, l'anneau de fer doux tourn

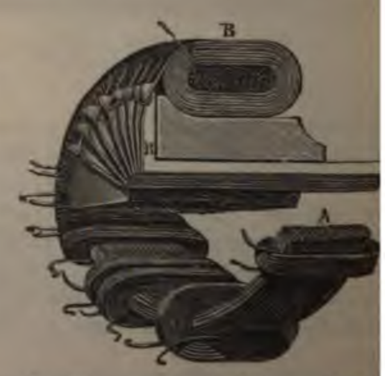


Fig. 519. — Construction de l'anneau de Gra

(fig. 519 et 521) : elles forment un circuit e et fermé, que le diamètre vertical par chaque instant en deux moitiés parcouru des courants de sens contraires. L'anne donc assimilable à deux éléments de pile

es pôles de même nom; il suffit de fixer éophores suivant le diamètre vertical pour ir un courant continu.

r recueillir ce courant, on a disposé sur le rotation, qui est isolant, une enveloppe ique, partagée, suivant des génératrices, ant de *touches* séparées qu'il y a de bo- A chaque touche aboutissent la fin d'une et le commencement de la suivante. Sur *lecteur* (fig. 520) frottent, suivant le dia- vertical, deux balais horizontaux qui ent le courant. En réalité, ces balais doi- tre inclinés d'un certain angle dans le e la rotation. Voy. BALAIS (CALAGE DES). ure 519 montre une bobine inachevée avec llecteur R. L'anneau est formé de cercles de fer isolés, pour éviter les courants de ilt.

Dans la machine magnéto-électrique de

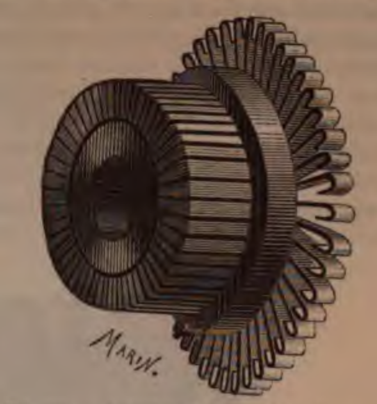


Fig. 520. — Collecteur de la machine Gramme.

Gramme (fig. 521), l'anneau que nous venons

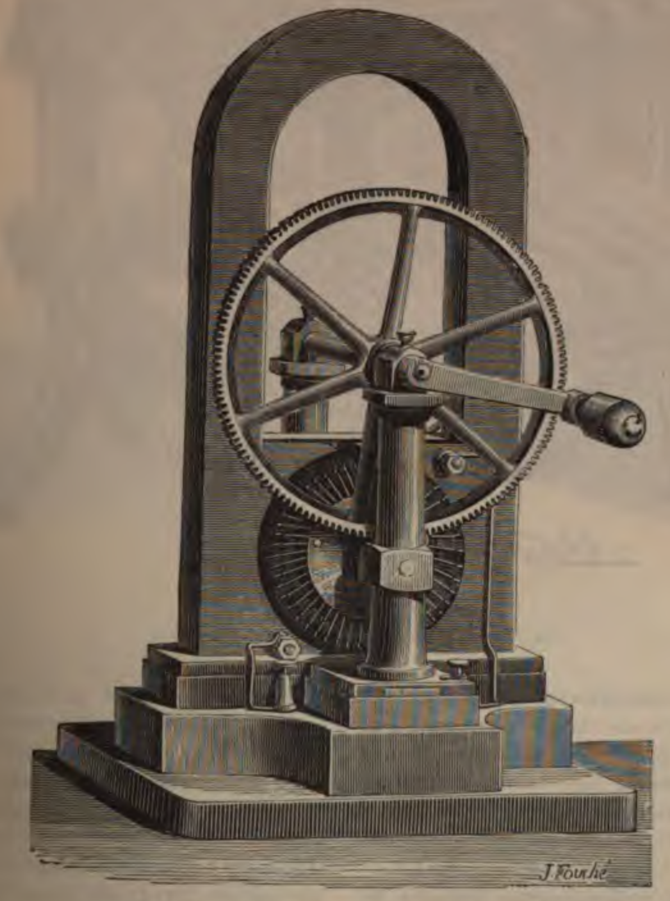


Fig. 521. — Machine magnéto-électrique de Gramme.

ire tourne entre deux pièces de fer doux de manière à l'entourer exactement, et formant les pôles d'un aimant en U. Les bobines de l'anneau sont recouvertes alternativement

de coton clair et foncé. Il y en a trente en général. On emploie un anneau à gros fil pour les effets de quantité et un anneau à fil fin pour les effets de tension : on obtient une rotation très rapide à l'aide de deux roues dentées de diamètres très différents : il vaut mieux encore se servir d'un petit moteur à pédale. La force électromotrice est sensiblement proportionnelle à la vitesse. Cette machine équivaut à 6 ou 8 éléments Bunsen : elle est surtout employée dans les laboratoires, où elle permet d'exécuter toutes l expériences de cours, sauf l'arc voltaïque.

Machine de Méritens. — La machine magnét électrique de M. de Méritens est la seule q soit encore employée dans l'industrie. Ext rieurement, elle ressemble à la machine l'Alliance, mais les faisceaux aimantés, au li d'agir par leurs faces latérales sur les noya des bobines, exercent leur action directemen en bout, sur le fer et sur le fil de ces bobine

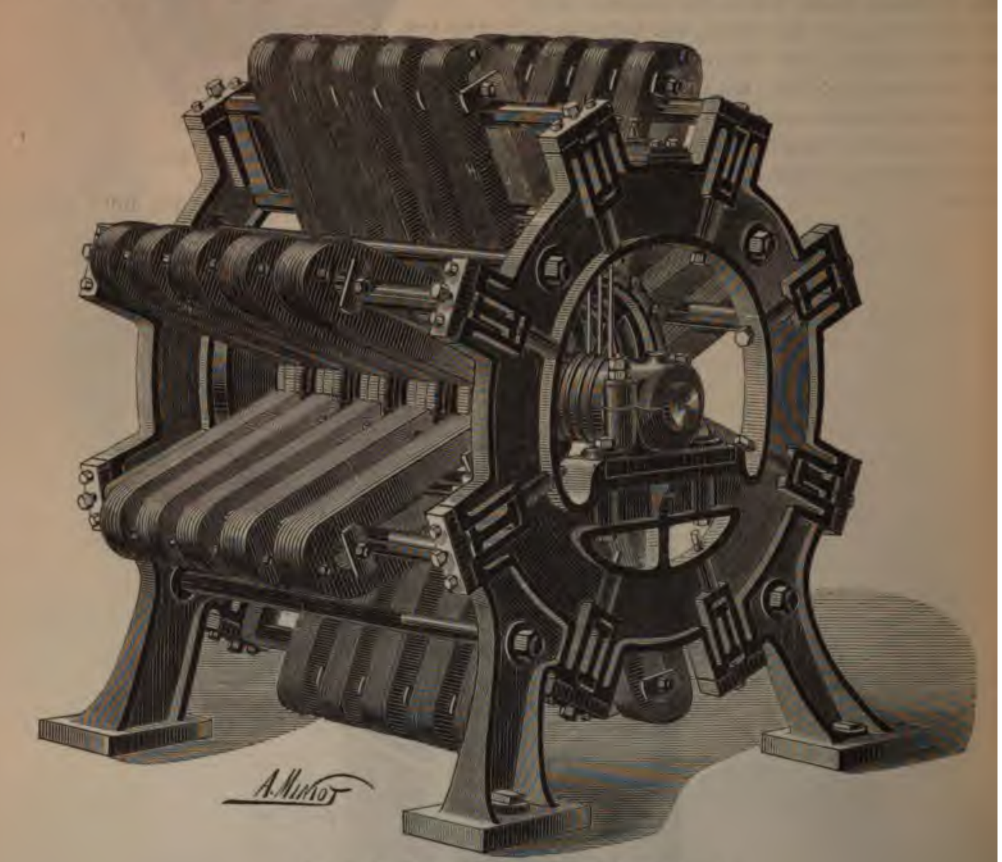


Fig. 522. — Machine de Méritens (modèle des phares).

40 aimants permanents sont divisés en 5 séries; les 8 aimants de chaque série sont disposés en cercle, présentant à l'intérieur des pôles alternativement de noms contraires (fig. 522). A l'intérieur de chaque cercle tourne un anneau portant 16 bobines, qui se suivent comme celles de l'anneau Gramme, mais sont séparées par des prolongements polaires de forme trapézoïde. Elles sont groupées de la manière suivante : la fin de la première bobine est reliée à la fin de la seconde, le commencement de la seconde au commencement de la troisième, la fin de celle-ci à la fin de la quatrième, et Lorsqu'une bobine s'approche d'un pôle sud, suivante s'approche d'un pôle nord : les co rants produits dans ces deux bobines sont do de sens contraires, mais ils s'ajoutent grâce mode de jonction que nous venons de décri D'ailleurs le courant change de sens dans ch que bobine lorsqu'elle passe devant un pô la machine donne donc des courants alternati Les 80 bobines dont se compose l'armatu entière sont partagées en deux circuits, form chacun de 10 groupes réunis en quantité.

circuits peuvent être accouplés en quantité n tension. Chaque anneau est composé roue en bronze portant les bobines à sa hérie. Les noyaux sont formés de lames r doux, découpées à l'emporte-pièce. Le teur est formé de deux bagues en bronze, ées sur une douille d'ébonite, et sur les-s frottent les balais.

ce à la constance du champ magnétique, machine donne un courant bien régulier; st économique au point de vue de la force motrice. Enfin sa construction simple permet de faire très facilement les réparations qui peuvent être nécessaires. Ces raisons la font employer dans les phares de préférence aux dynamos.

M. de Méritens construit une autre machine plus petite, pour les ateliers et les petites installations industrielles. Cette machine (fig. 523) n'a qu'un seul anneau, et les aimants, rectilignes ou en fer à cheval, sont placés parallèlement à l'axe de rotation, ce qui rend l'appareil moins

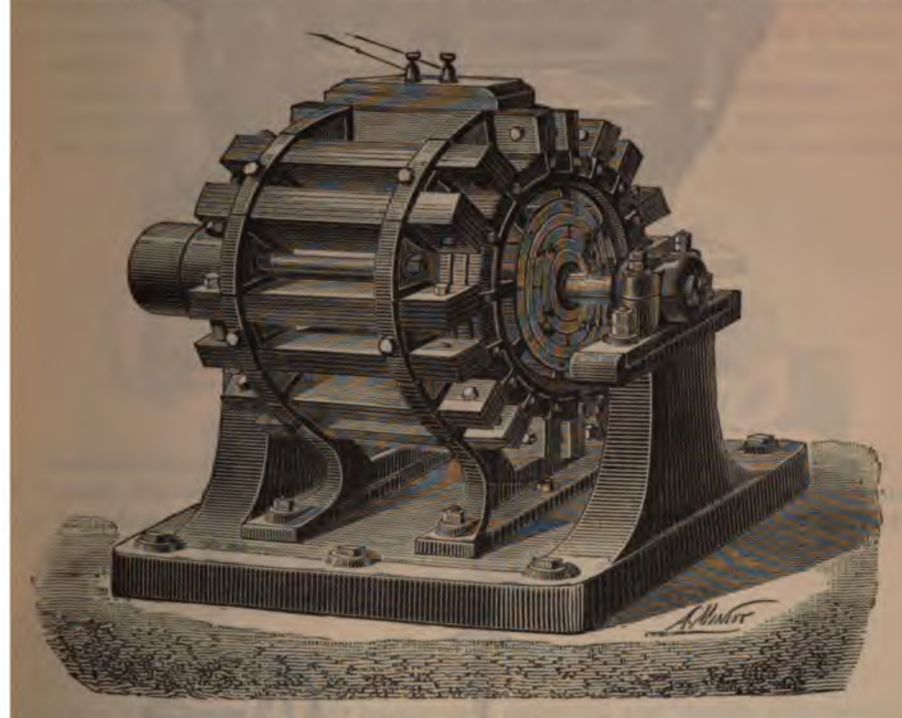


Fig. 523. — Machine de Méritens (petit modèle).

rassant. L'induit tourne en face de la par-érale des pôles, qui sont alternés.

même constructeur fabrique aussi des nes magnétos à courant continu, dans lles le champ est produit par des aimants gnes, disposés de façon à former un cy-creux, divisé en quatre groupes dont les alternent (fig. 524). L'anneau tourne à eur en face des pôles; il est analogue à les machines précédentes, mais se rap-davantage de celui de Gramme. Comme deux lignes de commutation rectangu-le courant est recueilli par quatre balais, entre eux de façon à envoyer le courant n seul circuit ou dans deux circuits dis-

Machines magnéto-électriques médicales ou appareils magnéto-faradiques. — Les courants d'induction employés dans les usages médicaux sont dus à des appareils volta-faradiques (voy. Bobine) ou à de petites machines magnéto-électriques.

Dans l'appareil de Duchenne (de Boulogne) (fig. 525), comme dans les appareils plus anciens de Dujardin et de Breton, le courant est produit par la rotation d'une armature de fer doux devant les pôles d'un aimant. Les branches de cet aimant sont entourées par deux bobines EE portant chacune deux fils, l'un de 0,5 millimètre de diamètre et de 24 mètres de longueur, l'autre de 1/6 de millimètre d'épaisseur et de 600 mètres de longueur. L'armature est

mise en mouvement par la manivelle M et deux roues reliées par une chaîne sans fin. Les rhéophores se fixent aux bornes P et P', entre lesquelles se trouve un commutateur U, qu met de recueillir le courant du gros fil ou du suivant le sens dans lequel on tourne le bou

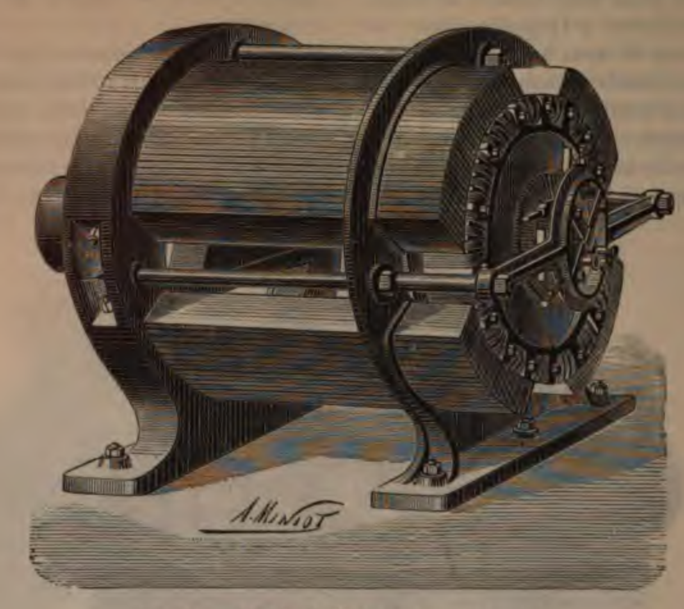


Fig. 524. — Machine de Méritens à courant continu.

Dans le circuit du gros fil est intercalé un rhéotome, qui permet de le rompre deux ou quatre fois par tour. C'est un cylindre de bois B monté sur l'arbre qui porte l'armature et nant avec elle; il est entouré d'une vir cuivre portant quatre dents également esp

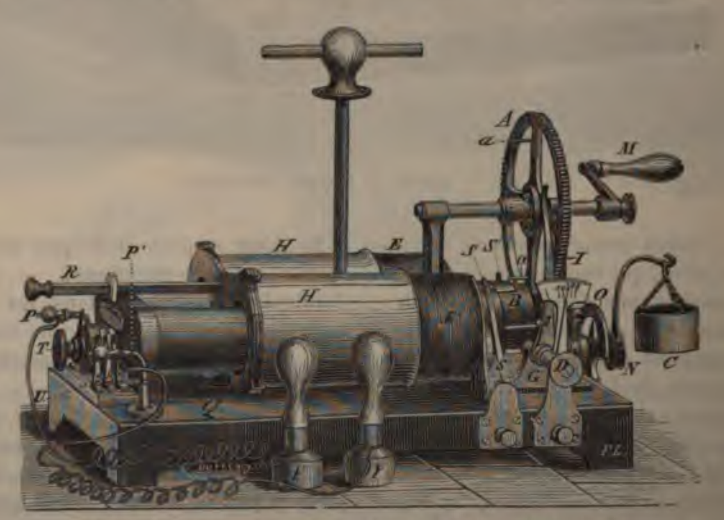


Fig. 525. — Appareil magnéto-faradique de Duchenne (de Boulogne).

dont deux plus courtes que les autres. Les extrémités du fil sont reliées à deux ressorts, dont l'un s'appuie sur la partie pleine de la virole et l'autre sur les dents. En déplaçant ce dernier, on peut faire qu'il rencontre les dents ou seulement les deux plus longu dispositif spécial permet en outre de re les extra-courants.

Quant au fil fin, le courant qui y prend naissance est dû aux variations d'intensité magnétique de l'aimant et aux interruptions qui se produisent dans le gros fil.

On peut graduer les effets en éloignant de l'aimant la plaque G qui porte l'armature, au moyen d'une vis de rappel, ou bien en faisant glisser à l'aide de la tige R les manchons en cuivre HH, qui peuvent recouvrir les bobines sur une longueur plus ou moins grande.

Cet appareil est un peu compliqué, mais il est remarquable par les moyens qu'il fournit à l'opérateur pour faire varier la grandeur des effets produits.

On fait souvent usage d'appareils portatifs. Nous citerons l'appareil Gaiffe (fig. 526), qui ajoute aux organes essentiels de la machine de Clarke une disposition analogue à celle des appareils précédents : outre les bobines mobiles, à noyaux de fer doux, que l'opérateur fait tourner devant l'aimant, d'autres bobines entourent les pôles de celui-ci. Les courants qui prennent naissance dans ces quatre bobines sont recueillis et redressés par un commutateur qui les envoie, toujours dirigés dans le même sens, à des pièces sur lesquelles on fixe les rhéophores. On règle l'intensité des courants en rapprochant plus ou moins l'aimant des bobines mobiles à l'aide d'une vis dont la tête se voit à l'extérieur de la boîte, entre les points d'attache des deux rhéophores.

Machines dynamo-électriques. — Ces machines diffèrent des magnétos en ce que le champ magnétique est dû à des électro-aimants.

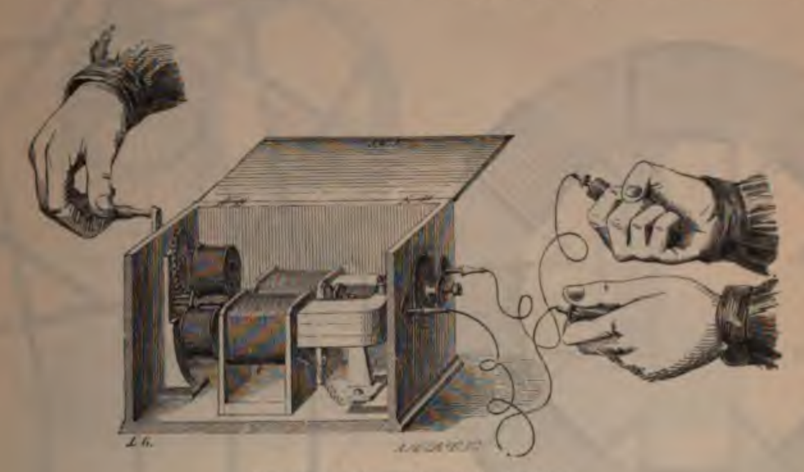


Fig. 526. — Appareil portatif de Gaiffe.

Ce procédé a l'avantage de pouvoir fournir un champ beaucoup plus puissant.

Excitation. — Les dynamos peuvent différer par le mode d'excitation des électros. Lorsque ceux-ci reçoivent le courant d'une petite machine séparée, la dynamo est dite *à excitation indépendante*. Cette disposition est surtout utilisée dans les machines à courants alternatifs. Lorsque la machine fournit elle-même le courant aux électros, elle est dite *auto-excitatrice*. Dans ce cas l'excitation peut se faire *en série* ou *en dérivation*. Les avantages de ces différents systèmes sont exposés au mot EXCITATION. Les machines auto-excitatrices ne pourraient pas s'amorcer si le fer des électros était absolument doux : le magnétisme rémanent suffit pour commencer l'excitation.

Division des machines au point de vue du courant. — Certaines machines, par exemple celles qui sont munies d'un anneau Gramme, donnent un courant dont le sens ne change pas et dont l'intensité ne subit pas de grandes variations, à cause de la parfaite symétrie de l'induit. Ce sont les dynamos *à courant continu*.

D'autres machines portent au contraire un certain nombre de bobines distinctes, dans lesquelles le courant change de sens, en s'annulant, un certain nombre de fois par tour, comme nous l'avons vu dans la machine de Clarke. Tantôt on fait usage d'un commutateur qui recueille tous ces courants et les dirige dans le même sens (machines *à courants redressés*) ; tantôt au contraire on utilise ces courants tels qu'ils se produisent (machines *à courants alternatifs*). Il peut y avoir dans ces machines jusqu'à 30,000 inversions par seconde.

Machines à inducteurs mobiles. — Il existe un certain nombre de machines dans lesquelles

l'induit est fixe et l'inducteur mobile. On évite ainsi l'emploi des collecteurs et des balais; mais la disposition paraît moins commode. On pourrait encore donner à l'induit et à l'inducteur des rotations de sens contraires, ce qui permettrait de diminuer la vitesse. Enfin l'on a essayé aussi de faire tourner seulement le noyau de l'induit, la bobine et l'inducteur restant fixes, ce qui supprime encore les balais et les collecteurs.

Force électromotrice des dynamos. — La force électromotrice des machines d'induction est proportionnelle à l'intensité du champ magnétique et à la longueur du fil induit; elle augmente avec la vitesse.

Construction des inducteurs. — Les électro-aimants ont l'inconvénient d'absorber une partie du courant, mais ce défaut est compensé par plusieurs avantages. Ils permettent d'augmenter l'intensité du champ et par suite la force électromotrice, et de faire varier cette intensité, de sorte qu'on peut proportionner le courant à la puissance nécessaire sur le circuit extérieur. En outre ils coûtent, à puissance égale, moins

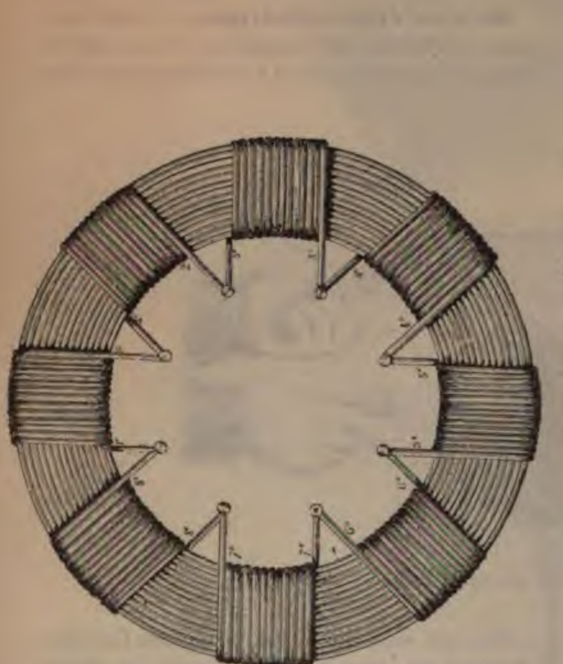


Fig. 527. — Armature en anneau (type Gramme).



Fig. 528. — Armature en cylindre (type Siemens).

cher que les aimants ordinaires, et ils n'ont pas besoin, comme ceux-ci, d'être réaimantés de temps en temps.

Le noyau des électro-aimants doit être en fer aussi doux que possible. La fonte peut servir aussi : elle subit moins que le fer les effets des petites variations de vitesse de la machine, mais, comme elle est moins magnétique, il faut donner aux électros un plus grand volume.

Les pôles doivent entourer l'induit aussi complètement que possible, pour donner un champ plus uniforme. Ils doivent être formés de lames superposées et isolées les unes des autres, afin d'éviter les courants de Foucault.

Sir W. Thomson a calculé la résistance qu'il convient de donner aux bobines des électros. Dans les dynamos excitées en série, la résistance de l'inducteur doit être un peu inférieure à celle de l'induit; le rapport 2/3 convient bien. D'ailleurs ces deux résistances doivent être faibles par rapport à celle du circuit extérieur. Au contraire, dans les machines excitées en dérivation, la résistance des électros doit être au moins 324 fois plus grande que celle de l'induit, et le produit de ces deux résistances doit être égal au carré de la résistance extérieure.

Construction de l'induit. — Le fil induit doit être long, pour augmenter la force électromotrice; mais, pour qu'il n'occupe pas trop de

placé, il faut aussi qu'il soit fin, ce qui a l'inconvénient d'augmenter sa résistance. On y remédie en se servant de cuivre aussi pur que possible. On doit éviter qu'il y ait des parties du fil non soumises à l'action du champ et formant des résistances inutiles. Il faut aussi laisser circuler l'air autour de l'induit, pour l'empêcher de s'échauffer outre mesure. On doit enfin composer le noyau de lames ou de fils isolés, parallèles à la direction du mouvement, afin d'éviter les courants de Foucault.

Les armatures des dynamos peuvent être divisées en quatre classes :

1° Les armatures en anneau, dont les bobines sont enroulées sur un anneau mobile autour de son axe (machines Gramme, Schückert, Brush, etc.); le fil entoure alors le noyau à l'intérieur et à l'extérieur (fig. 527).

2° Les armatures en cylindre, dont les bobines sont enroulées longitudinalement sur un cylindre tournant autour de son axe (machines Siemens, Edison, Weston, etc.); dans cette disposition, le fil n'entoure que la partie extérieure du noyau (fig. 528).

3° Les armatures à pôles, dont les bobines sont enroulées sur des pôles séparés et disposés en cercle (machines Loutin, Niaudet, Wallace Farmer, Gérard, etc.).

4° Les armatures à disque (machines Ferranti, Desroziers).

Influence de la vitesse. — Lorsque le champ magnétique est constant, comme dans une magnéto ou dans une dynamo à excitation indépendante, la force électromotrice est sensiblement proportionnelle à la vitesse ; cette proportionnalité a été en effet vérifiée jusqu'à 3000 tours. Dans les machines auto-excitatrices, toute augmentation de vitesse accroît l'intensité du champ magnétique, ce qui produit une nouvelle augmentation de force électromotrice. Celle-ci devrait donc être sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse. Cette proportionnalité ne peut exister que si le fer doux des électros n'est pas trop voisin de son point de saturation; d'autres actions perturbatrices contribuent aussi à l'altérer.

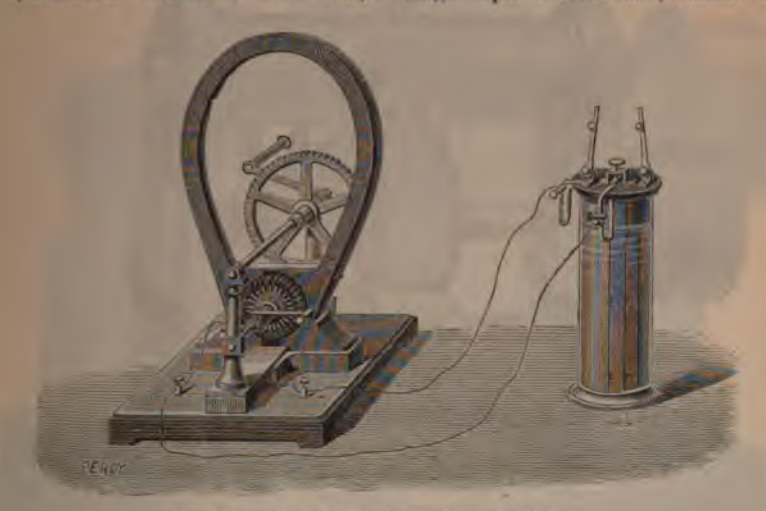


Fig. 529. — Réversibilité des machines d'induction.

La vitesse doit être absolument uniforme, si l'on veut avoir un courant constant. On doit faire grande attention à cette nécessité, lorsqu'on emploie des moteurs à gaz. Remarquons enfin qu'il existe une vitesse minimum audessous de laquelle la machine ne s'amorce pas (Voy. CARACTÉRISTIQUE).

Machines multipolaires. — Ces machines permettent d'obtenir les mêmes effets, tout en diminuant la vitesse. Au lieu de deux pôles magnétiques, on en emploie un plus grand nombre, et on les dispose deux par deux aux extrémités d'un même diamètre. A chaque tour, les bobines subissent l'action des divers champs ainsi produits. Mais il faut employer autant de balais qu'il y a de champs différents, et la perte d'énergie produite à chaque balai compense en partie les avantages résultant de l'accroissement du nombre des pôles.

Réversibilité des machines d'induction. — Sauf quelques dynamos à courants alternatifs, les machines d'induction sont *réversibles*, c'est-à-dire qu'elles transforment indifféremment le travail mécanique en énergie électrique ou

celle-ci en travail mécanique. Si l'on fait tourner l'anneau d'une machine Gramme, on obtient un courant; si on lance au contraire un courant dans cet anneau, il se mettra à tourner spontanément. La figure 529 montre cette expérience faite avec une petite machine magnéto de Gramme; en tournant la machine, on charge un accumulateur; celui-ci donne ensuite un courant qui fait tourner la machine. Cette rotation est une conséquence très simple des lois de l'électrodynamique. Le courant lancé dans la machine d'induction peut être dû à une autre dynamo, qui prend le nom de *géné* la première est appelée *réceptrice*. C'es principe de la transmission de l'énergie tance.

Perte d'énergie dans les machines. — dans toutes les machines une certaine d'énergie : elle peut être due en part courants de Foucault, mais surtout au celles qui se produisent toujours au coll Les balais touchent toujours plusieurs la cet organe, pour éviter les interruption a donc toujours en ce point au moins u

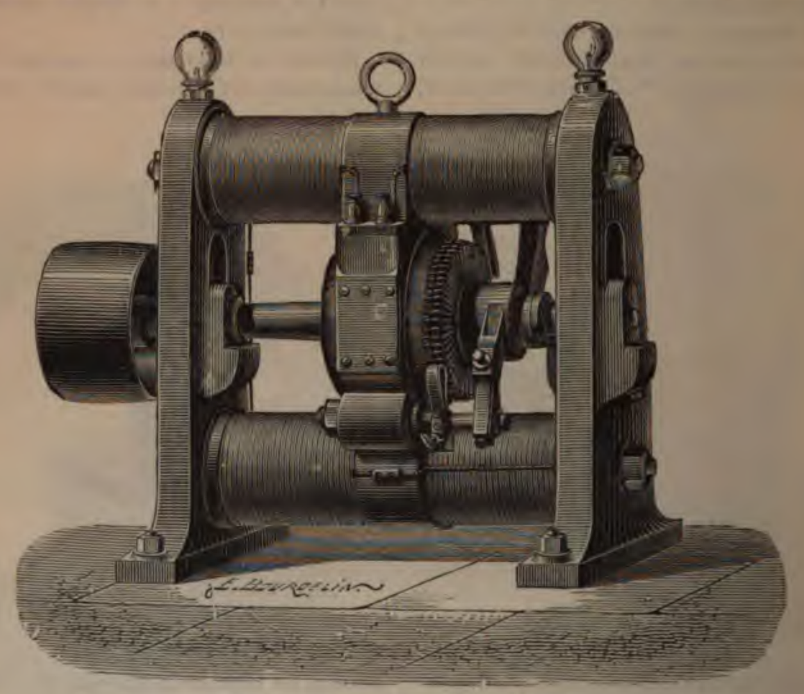


Fig. 530. — Machine Gramme (type d'atelier).

bine mise en court circuit par le balai. Au moment où le court circuit se ferme, les extrémités de la bobine ont une certaine différence de potentiel, d'où résulte une perte d'énergie; la rupture du circuit produit une étincelle. C'est pour cette raison qu'il est désavantageux d'augmenter le nombre des balais. Dans la pratique on place les balais au point où l'on remarque les étincelles les plus faibles. (Voy. CALAGE.)

La perte est plus faible dans les grandes machines, qui permettent de fractionner davantage l'anneau.

Rendement des machines d'induction. — Voy. RENDEMENT.

Mesure de la résistance. — Pour connaître la résistance d'une machine, on mesure la résistance des inducteurs et celle de l'induit méthode du pont de Wheatstone. Si l'o avoir cette résistance *à froid*, on opère machine au repos; pour la mesurer *à ch* opère au moment où la machine vient d rêter, avant qu'elle ait eu le temps de froidir.

Mesure de l'intensité et de la force électro — Pour les machines à courant continu sert d'un ampèremètre, ou l'on mesure l rence de potentiel entre les deux ext d'une résistance connue, intercalée dans cuit (Voy. INTENSITÉ). La force électromot calcule en mesurant avec un voltmètre électromètre la différence de potentiel a nes; connaissant de plus l'intensité et l

ce R de la machine, on en déduit la force tromotrice, comme nous l'avons indiqué haut.

es méthodes précédentes ne peuvent s'appliraux machines à courants alternatifs. On rmine alors l'intensité en reliant les deux émités d'une résistance connue, intercalée s le circuit, aux deux paires de quadrants électromètre. La déviation étant proporuelle au carré de la différence de potentiel deux points choisis, l'appareil n'est pas inncé par les changements de sens du cou. La loi d'Ohm donne ensuite l'intensité. La force électromotrice s'obtient par la même méthode.

Comparaison des machines d'induction avec les piles. — Il est facile de calculer le nombre d'éléments de piles qui équivalent à une machine d'induction, c'est-à-dire qui peuvent donner la même quantité d'énergie. Soient E et R la force électromotrice et la résistance de la machine, e et r celles d'un élément de pile, n leur nombre

$$\frac{E^2}{R} = n\frac{e^2}{r}.$$

M. Deprez a trouvé ainsi pour une machine

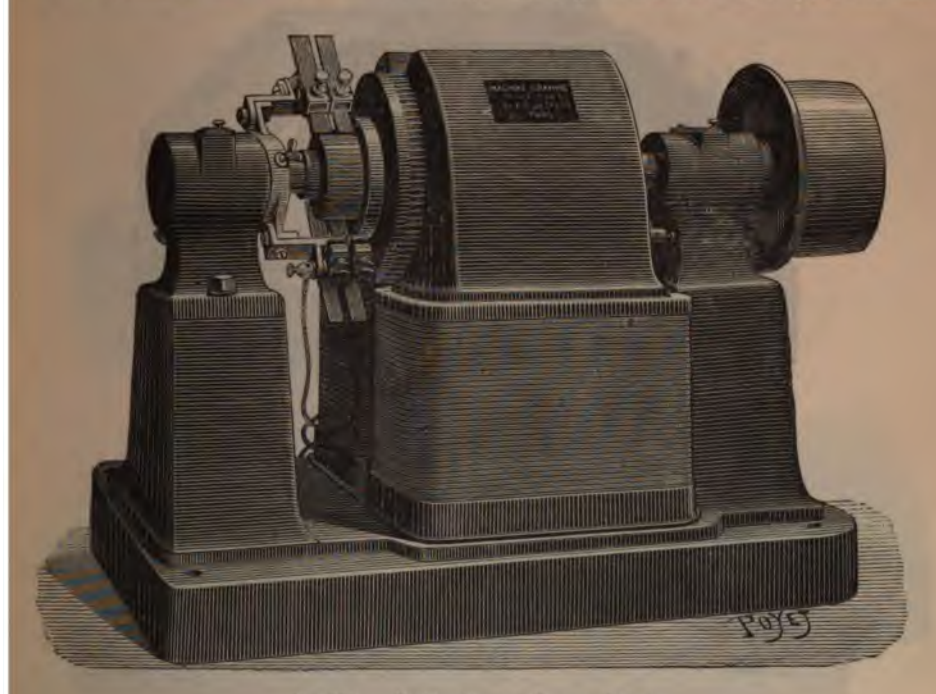


Fig. 531. — Machine Gramme (type supérieur).

ıme, type d'atelier, faisant 1 225 tours par ıte, et des piles de Bunsen, modèle plat de ıkorff

$$n = 272.$$

oix, installation et entretien des machines uction. — Tous les modèles de dynamos eurs avantages et leurs inconvénients, qui plus ou moins sensibles suivant les cirances; on doit donc choisir celle qui conle mieux aux applications qu'on se pro- On doit prendre en outre un type conspour l'usage auquel on le destine.

s machines doivent être installées dans un frais ou bien ventilé, pour diminuer l'échauffement, et sec, pour éviter les pertes d'électricité. Il faut éviter le voisinage des poussières inflammables et des matières explosives. Il faut les fixer sur une base solide, pour éviter les trépidations, et interposer une couche isolante de bois entre la machine et le massif de fondation.

La courroie doit être, autant que possible, horizontale ou oblique, avec le brin tirant en dessous. Le sens du mouvement de rotation dépend du calage des balais : la vitesse doit être maintenue constante. Quand la machine s'échauffe, il faut diminuer la vitesse ou introduire une résistance dans le circuit.

Les machines doivent être entretenues par-

faitement propres. Les matières étrangères, les poussières, l'humidité peuvent, sur les parties isolantes, produire une dérivation ; sur le collecteur, elles peuvent, au contraire, empêcher la communication. Il faut s'assurer aussi que les balais appuient sur le collecteur, et les faire avancer à mesure qu'ils s'usent. On les nettoie avec de l'alcool ou du pétrole, mais on ne les replace que parfaitement secs. Quand la surface de contact devient trop large, on les taille en coupant la pointe avec un ciseau à froid. Enfin il faut avoir soin de ne jamais détacher les conducteurs pendant que la chine est en marche, pour éviter d'endor ger le fil induit. Il est bon de ne pas se de burettes en fer pour le graissage, qu être abondant sans excès.

Dangers des machines d'induction ; moye préservation. — Les accidents dus aux mac et aux conducteurs doivent être attribués tout au passage de l'extra-courant de ru à travers le corps; les effets du courant même sont rarement mortels. Pour l'extra-courant, M. Daussin, puis M. d'A

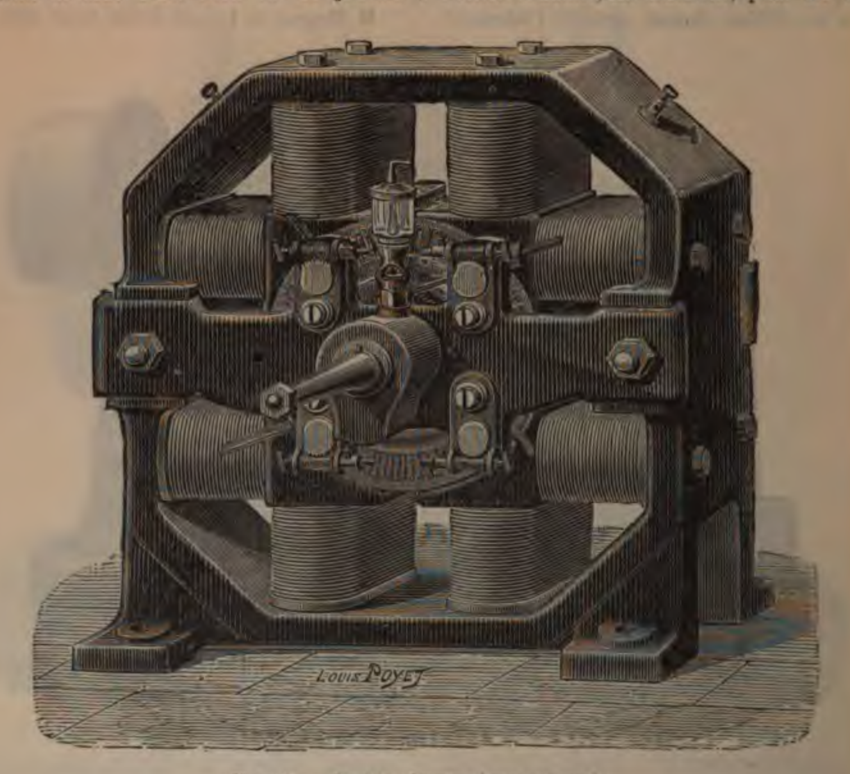


Fig. 532. — Machine Gramme (type octogonal).

val ont proposé de placer en dérivation sur les bornes de la machine une série de voltamètres à lames de plomb et à eau acidulée, dont la force électromotrice de polarisation soit supérieure à la force électromotrice maxima de la machine. Le courant ne peut franchir cet appareil, mais l'extra-courant le traverse facilement. J. Raynaud a proposé l'emploi de paratonnerres semblables à ceux qu'on emploie en télégraphie.

Machines à courant continu. — *Dynamos Gramme.* — Les divers modèles de machines Gramme sont pourvus de l'anneau décrit plus haut, et qui donne de très bons résultats : on peut seulement lui reprocher que les partie fil placées à l'intérieur de l'anneau formen résistances inutiles; mais il est d'une cons tion simple et robuste, et sa division en bo distinctes permet de remplacer facilemen parties usées.

La machine dite *type normal* ou d'*atelie* une des plus répandues. Elle exige une de 3 chevaux pour une vitesse de 900 tou donne 25 ampères et 75 volts. Elle se co de deux électro-aimants (fig. 530) dont le lasses, placées verticalement, sont consti par les flasques de la machine : les pôl même nom sont en regard. Les deux pôles

nis de pièces polaires en fonte, qui enve-
pent presque complètement l'induit. Cette
chine convient aux petites installations de
nière.

I. Gramme a créé depuis plusieurs autres
es destinés à la lumière électrique, et dési-
s sous les noms de machine à cinq lumières,
chine carrée, machine cylindrique, machine
ogonale. Il s'est arrêté au *type supérieur*, ainsi nommé parce que l'anneau est à la partie supérieure de la machine (fig. 531). La plaque de fondation, les noyaux des électro-aimants, leurs pièces polaires, ayant la forme de mâchoires qui enveloppent l'induit presque entièrement, les supports de l'arbre central, viennent de fonte en un seul morceau, ce qui rend l'appareil très robuste. L'anneau de la bobine est en fer doux. Le modèle le plus récent de ce type

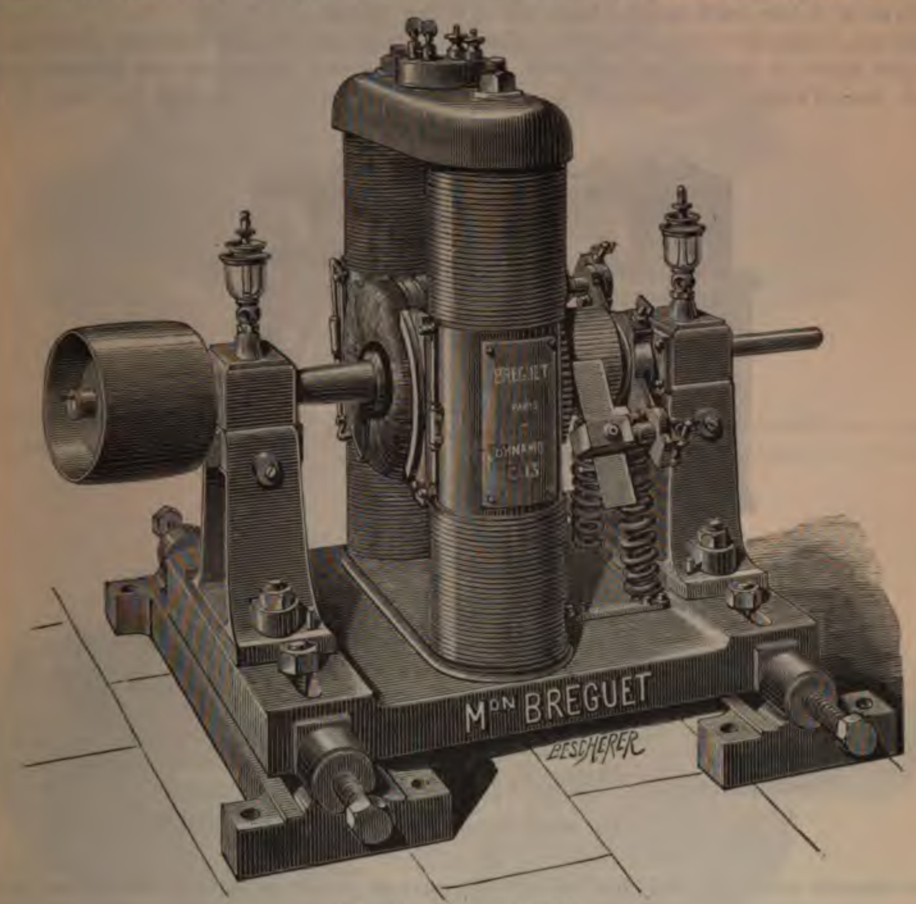


Fig. 533. — Dynamo type C-B.

ne 600 ampères et 110 volts à 450 tours par
ute et pèse 4 000 kilogrammes.

es machines de Gramme destinées à la trans-
sion de l'énergie ne diffèrent des machines
mière que par les dimensions des fils. Les
rs modèles peuvent servir à cet usage. Le
octogonal (fig. 532) est un de ceux qui ont
le plus employés dans ces dernières an-
s, surtout pour les installations de quelque
ortance. Elle a servi notamment aux expé-
ces de labourage électrique (voy. ce mot)
Sermaise en 1879.

C'est une machine multipolaire : quatre électro-aimants à double noyau produisent quatre champs magnétiques, que traverse successivement l'anneau dans sa rotation. Des pièces polaires en fonte entourent l'induit. Quatre balais recueillent le courant.

Les machines destinées à la galvanoplastie offrent encore la même disposition, mais elles doivent avoir une faible résistance intérieure, pour donner une grande intensité avec une faible force électromotrice : aussi l'inducteur est-il formé d'une seule lame de cuivre, dont

la largeur occupe toute la hauteur du noyau, et qui fait plusieurs tours.

L'anneau prend ici la forme d'un cylindre creux, et le fil est remplacé par des barres de cuivre disposées parallèlement aux génératrices à l'intérieur et à l'extérieur et réunies aux extrémités par des traverses rayonnantes, de manière à former un conducteur sans fin, comme dans les autres modèles.

Le type n° 1, très employé pour la dorure et l'argenture, dépose de 0,6 à 1 kilogramme d'argent par heure et absorbe au maximum un cheval. Dans l'affinage du cuivre, il précipite 250 kilogrammes de métal par jour, ave force de 5 chevaux. Il débite 300 ampè 10 volts avec 1,000 tours.

Machines dérivées de la dynamo Gramn Beaucoup de maisons construisent, surto puis que les premiers brevets de M. Gr sont tombés dans le domaine public, des chines fondées sur le même principe q machine Gramme et qui n'en diffèrent qu des détails.

La maison Bréguet construit plusieurs de machines, appropriés aux différentes a cations. Dans le type C-D (fig. 533), les

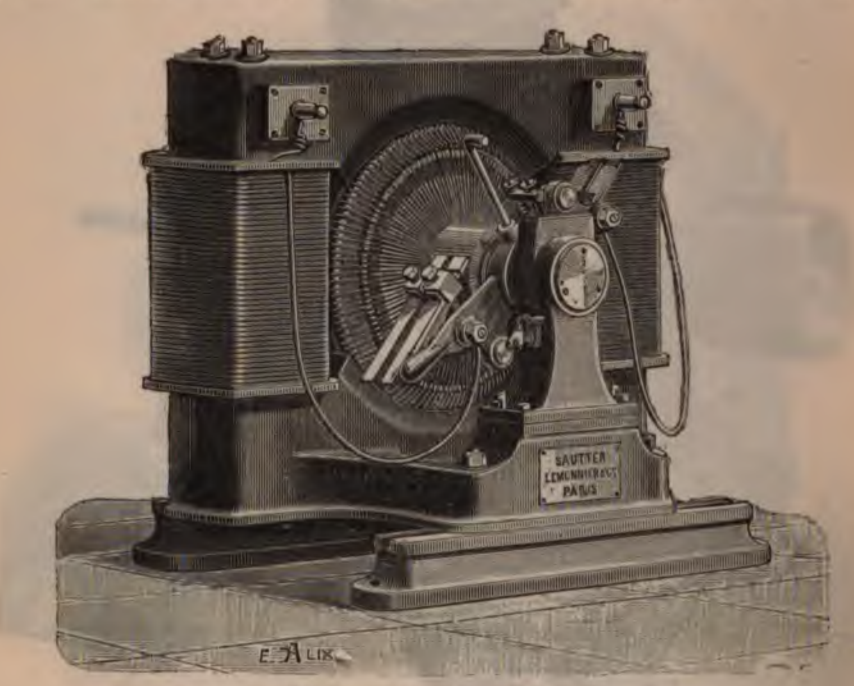


Fig. 534. — Dynamo Sautter Lemonnier.

électro-aimants sont superposés par leurs pôles de même nom ; l'anneau, du système Gramme, est enveloppé par les pièces polaires. Chaque type peut être monté en série, en dérivation ou en double enroulement. Ces machines sont portées par des rails ou glissières à vis, qui permettent de les déplacer pour corriger la tension de la courroie, même pendant la marche.

Les dynamos de la maison Sautter Lemonnier sont aussi à anneau Gramme (fig. 534) ; de larges pièces polaires entourent l'induit. Ces machines sont montées sur une plaque de base munie de glissières, sur laquelle elles se fixent par un écrou spécial, afin de maintenir la courroie tendue. Un rhéostat à commutateur permet de régler la tension du courant pro lorsque l'allure du moteur subit de légère riations. Les machines destinées à l'incar cence sont compound.

La machine représentée par la figure 53 encore à anneau Gramme. L'inducteur est f de quatre bobines pour deux pôles. L'indu composé de feuilles de tôle de 0,5 mm., rées par des feuilles de papier de 0,1 mm tôles, dans lesquelles on pratique trois enta sont enfilées et serrées sur une pièce de br en forme de triangle clavetée sur l'arbre; semble des tôles est isolé de ce triangle, qu lui-même fendu par une série de traits de perpendiculaires à l'axe.

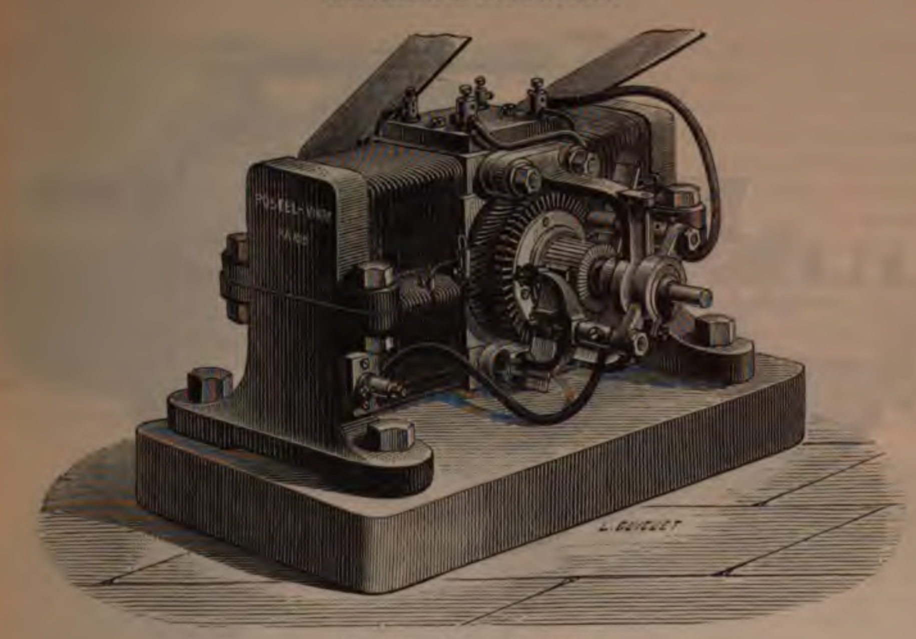


Fig. 535. — Dynamo Postel-Vinay.

La dynamo Schuckert, très employée en Allemagne, présente à peu près l'aspect de la machine Gramme d'atelier. Les électros sont disposés de la même façon; mais l'anneau, identique

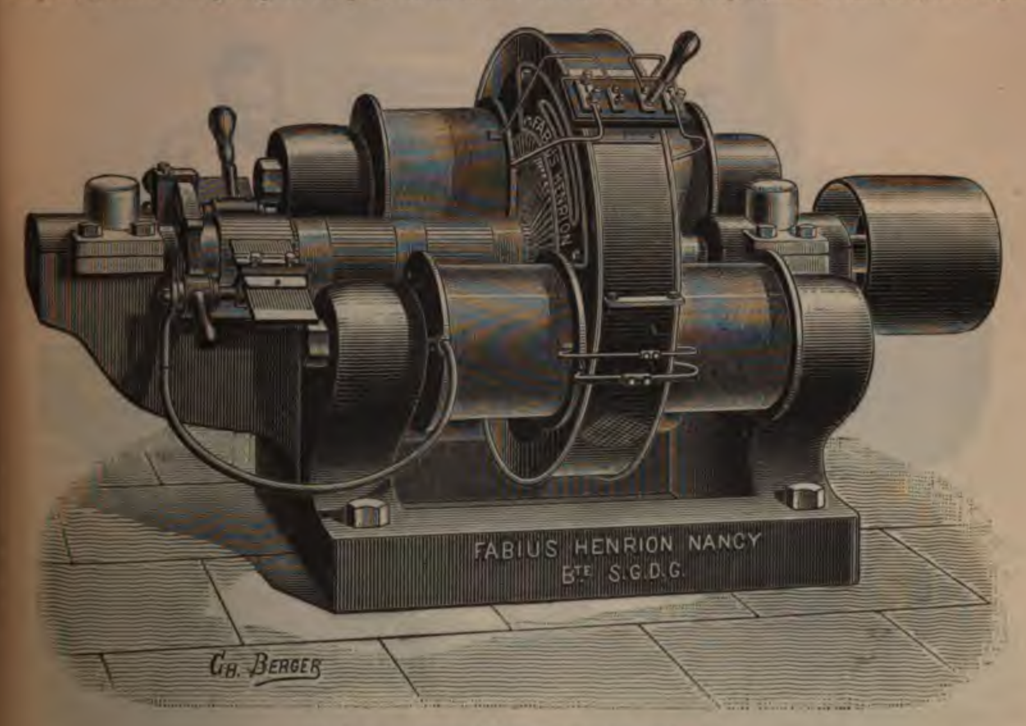


Fig. 536. — Dynamo F. Henrion pour arcs en tension.

comme enroulement, a la forme d'un disque très aplati; il est constitué par des couronnes en tôle mince juxtaposées et isolées. Le collecteur est identique. Les flasques sont évidées

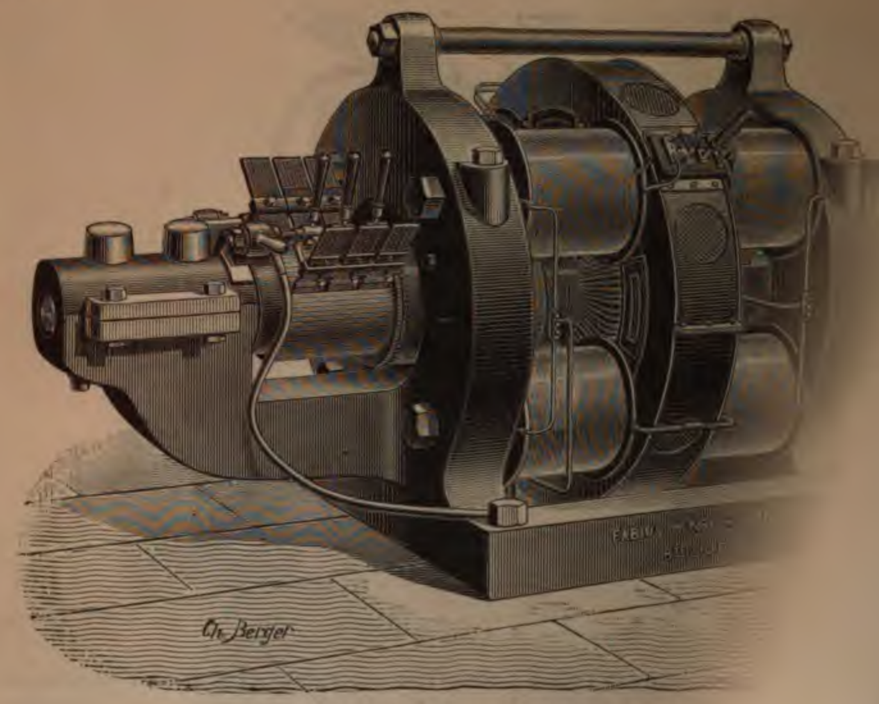


Fig. 537. — Machine compound Fabius Henrion, modèle

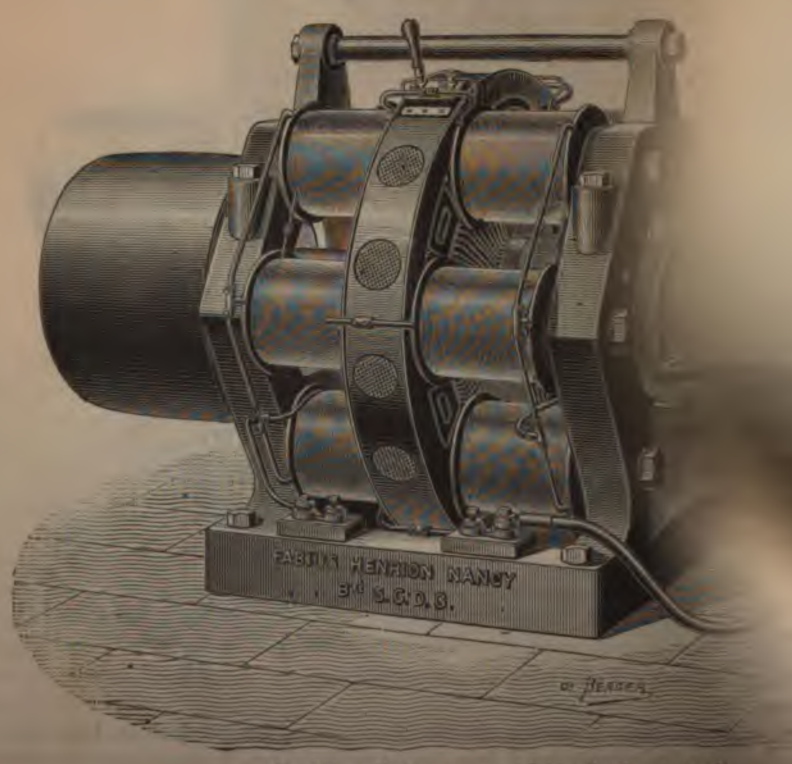


Fig. 538. — Machine compound Fabius Henrion, à six pôles.

côté, ce qui permet d'enlever facilement ·au et son arbre, en cas de réparation.

ıamos F. Henrion. — Les dynamos Fabius on sont du système Schuckert modifié : us petites sont à deux pôles (fig. 536). Le les paliers et les supports des inducteurs fondus d'une seule pièce. Les inducteurs nclinés à 45°, ce qui rend l'ensemble plus node et rend plus facile l'accès des balais autres organes. L'armature est, comme la précédente, un anneau Gramme aplati rme de disque. Le noyau est formé de fils séparés par du papier paraffiné, puis re-rts de ruban isolant.

Les modèles plus grands (fig. 537) sont à quatre pôles. Les bobines de l'induit diamétralement opposées, étant au même potentiel, sont reliées par le mode ordinaire de croisement des connexions. Il en résulte que les balais peuvent être placés à 90° l'un de l'autre, et qu'il n'y en a que deux séries, montées sur un même châssis mobile. Chaque série, formée de deux balais, peut en outre se régler séparément quant à la pression sur le commutateur.

La figure 538 montre un modèle plus grand à six pôles, dont la disposition est d'ailleurs analogue à celle du précédent. Les trois types figurés servent à l'éclairage par incandescence

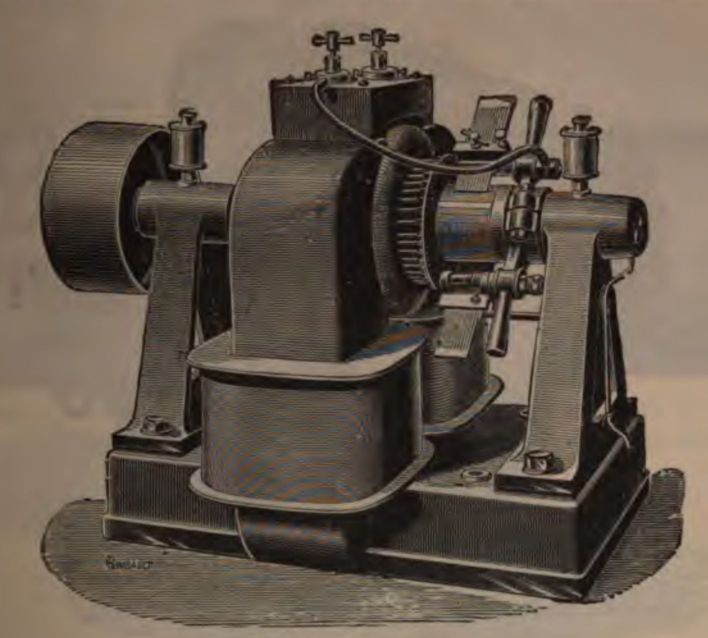


Fig. 539. — Dynamo Phœnix.

r incandescence et arc combinés. Les pa-sont venus de fonte avec le socle; ils sont ble graissage, l'un se substituant de lui-à l'autre. Le dispositif des balais permet aintenir l'intensité constante, sans inter-de résistances dans le circuit, en faisant seulement leur position sur le collecteur. ynamos à deux pôles donnent de 10 à npères, celles à quatre pôles de 150 à npères sous une différence de potentiel de olts. Celles qui sont construites pour rage à arc donnent généralement 8 am-avec une différence de potentiel allant à 1 000 volts.

n, pour compenser les effets des irrégu-de vitesse provenant du moteur, M. F. Henrion adjoint aux machines compound un régulateur (voy. ce mot) de potentiel qui introduit une résistance convenable dans la dérivation des inducteurs ou l'en retire suivant les besoins.

Dynamos anglaises. — Nous signalerons encore quelques machines anglaises, dérivées aussi de la machine de Gramme.

La dynamo Phœnix (fig. 539) construite par MM. Paterson et Cooper est analogue à la machine de Gramme, type supérieur. Les inducteurs sont forgés d'une seule pièce : leurs bobines, de forme rectangulaire, sont enroulées sur un corps en tôle avec des joues en cuivre. L'induit est un anneau de Gramme, dont le noyau est composé de tôles de fer, séparées par du pa-

pier verni à la gomme laque, et réunies par des boulons isolés. Le rendement serait, dit-on, de 94 p. 100.

La machine Norwich (fig. 540) est remarquable par sa légèreté; le modèle pour 200 lumières ne pèse que 1 268 livres, et fournit presque 10 watts par livre. D'après les constructeurs, elle possède tous les avantages des machines du type Gramme, sans avoir le défaut de s'échauffer. Elle tourne silencieusement et avec une faible vitesse, et ne donne pas d'étincelles aux balais. Les inducteurs sont en fonte : le dessin montre suffisamment leur disposition.

La machine *Victoria*, imaginée par M. Mo
et employée par la *Anglo-American Electric*
Corporation, la *dynamo Manchester*, const
par MM. Mather et Platt, se rattachent er
au type Gramme.

Dynamo Dulait. — Cette machine, analog
la dynamo Victoria, est construite par la So
« Électricité et Hydraulique » de Charleroi.
est tétrapolaire, à excitation compound, et
sente un anneau Gramme aplati, de grand
mètre (fig. 541).

Les inducteurs sont formés de gros cylin
en fer de Suède excessivement doux, c

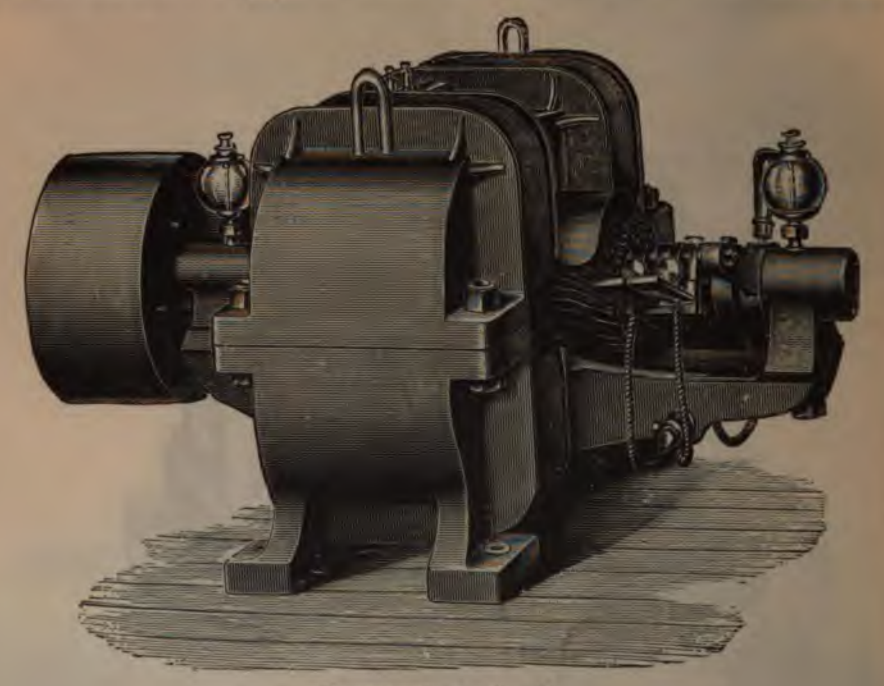


Fig. 540. — Dynamo Norwich.

par rapport à leur diamètre, et boulonnés sur deux culasses en fonte qui servent de bâti. Ils sont reliés deux à deux par quatre masses polaires en fonte, soudées aux noyaux et se terminant au centre par des épanouissements qui entourent l'induit. Le bobinage est séparé des noyaux par un carton d'amiante, pour éviter les courts circuits. Le fil fin de la dérivation est à l'extérieur, pour empêcher l'échauffement.

L'armature comprend un enroulement de fil de fer doux, isolé par un guipage de coton, et enroulé sur une gorge formée par la réunion de deux disques de tôle mince recourbés, à section demi-circulaire, et évidés. Sur cet anneau, isolé à l'amiante, est enroulé l'induit, composé de bo-

bines partielles, séparées par des vides d
largeur des bobines, pour éviter l'échauffem
Le fil de cuivre, de haute conductibilité, e
section rectangulaire, pour faciliter l'enro
ment; il est isolé par trois couches de coto
un enduit extérieur de gomme laque. Les
bines diamétralement opposées sont grou
en quantité. Le collecteur est allongé, ce qui
met l'emploi de doubles balais. Il y a deux p
de balais, calées à 90°. Les segments du co
teur sont isolés par des feuilles de mica. Le
liers sont graissés automatiquement à l'aide
bague excentrique, qui est entraînée par l'a
et remonte à sa partie supérieure l'huile
récipient dans lequel elle plonge constamm

Dynamo Brown. — Cette machine, construite par les ateliers d'Œrlikon (près Zurich), se rapproche des précédentes. L'inducteur est formé de deux noyaux cylindriques, gros et courts, et

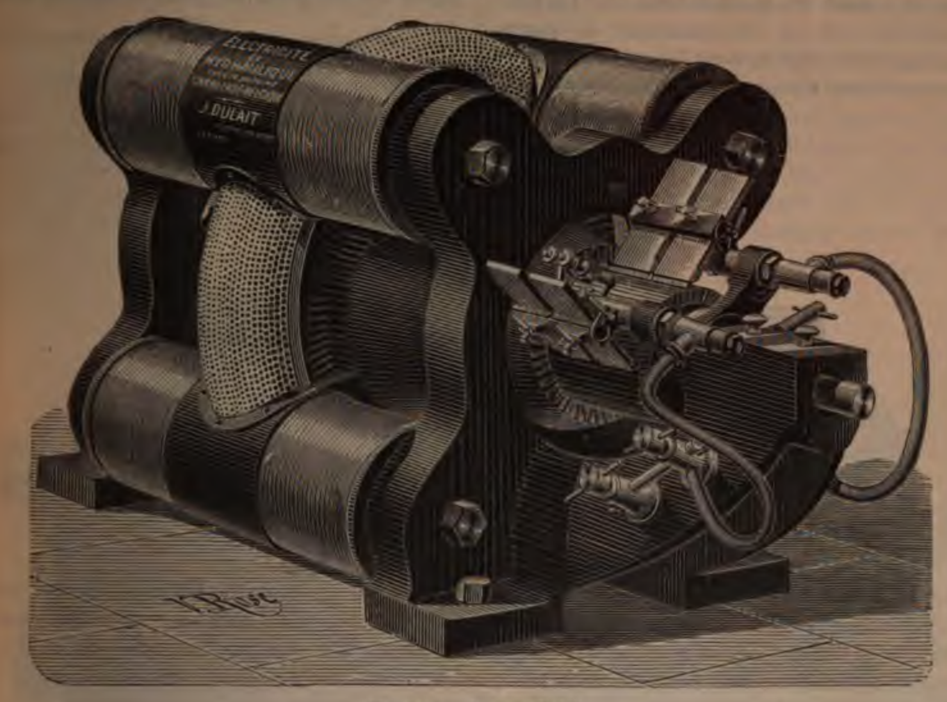


Fig. 541. — Dynamo Dulait.

de deux traverses horizontales en fonte, de large section, portant les surfaces polaires (fig. 542). La poulie se trouve entre le palier et l'induit. Cette machine est très robuste et présente un



Fig. 542. — Dynamo Brown.

ndement électrique élevé (96,5 p. 100 d'après fabricants). (Voy. TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE.)

Dynamo Sperry. — M. Sperry a modifié récemment l'anneau Gramme d'une façon très

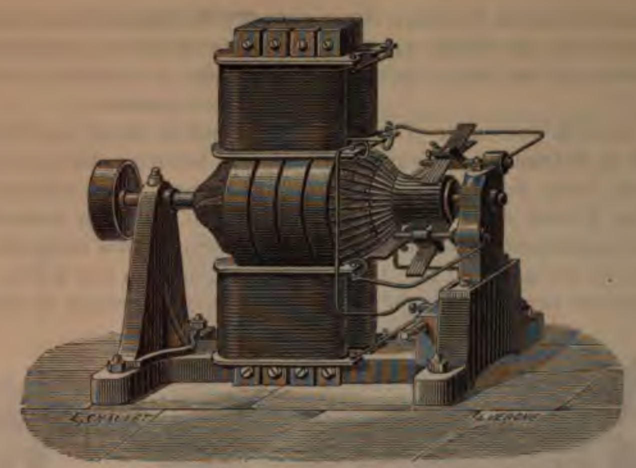


Fig. 546. — Machine Siemens (de Berlin), premier type.

et ses deux bouts se rattachent à l'une des lames du collecteur, qui est d'ailleurs identique à celui des machines précédentes. Les parties de l'induit, situées de chaque cô



Fig. 547. — Machine Siemens (de Berlin) verticale.

balais, donnent, comme dans la machine de Gramme, des courants qui s'ajoutent en quantité dans le circuit extérieur.

L'inducteur est formé de deux élec mants réunis par les pôles de même no sont formés de lames de fer légèrement ci

au milieu. Dans les premiers modèles, les électros, de forme allongée, étaient placés verticalement ou horizontalement (fig. 546). Depuis 1887, la maison Siemens a adopté de nouveaux types,

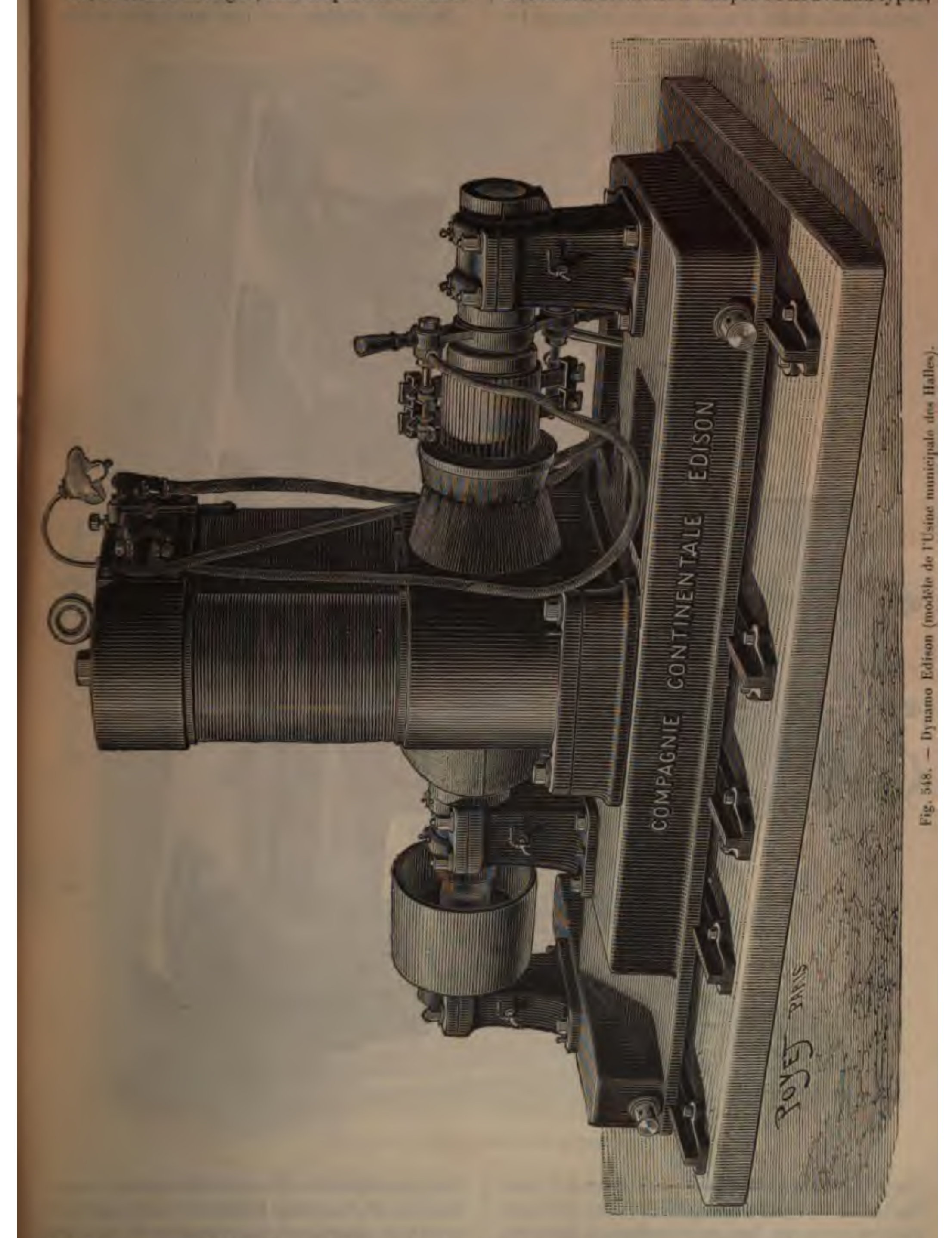


Fig. 548. — Dynamo Edison (modèle de l'Usine municipale des Halles).

dont l'un ressemble beaucoup par l'aspect extérieur au modèle supérieur de Gramme; l'autre est un modèle vertical à électro-aimants doubles (fig. 547). Ce modèle porte sur les côtés des ta-

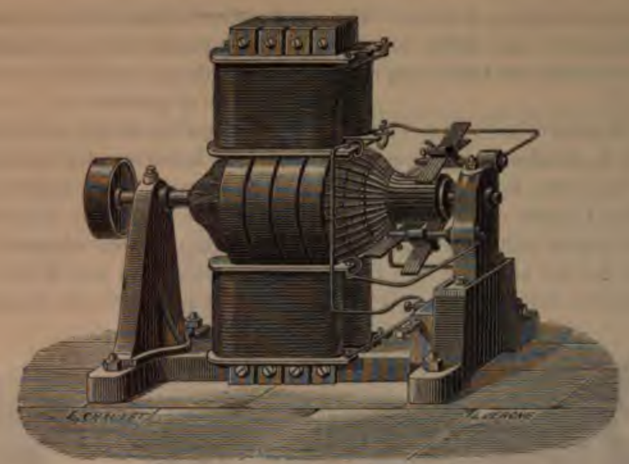


Fig. 546. — Machine Siemens (de Berlin), premier type.

et ses deux bouts se rattachent à l'une des lames du collecteur, qui est d'ailleurs identique à celui des machines précédentes. Les parties de l'induit, situées de chaque cô



Fig. 547. — Machine Siemens (de Berlin) verticale.

balais, donnent, comme dans la machine de Gramme, des courants qui s'ajoutent en quantité dans le circuit extérieur.

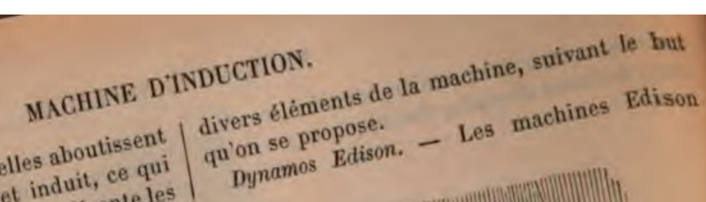
L'inducteur est formé de deux élec mants réunis par les pôles de même no sont formés de lames de fer légèrement ci

ı milieu. Dans les premiers modèles, les élec-os, de forme allongée, étaient placés verticalement ou horizontalement (fig. 546). Depuis 1887, la maison Siemens a adopté de nouveaux types,



Fig. 548. — Dynamo Edison (modèle de l'Usine municipale des Halles).

ont l'un ressemble beaucoup par l'aspect exté-ieur au modèle supérieur de Gramme; l'autre est un modèle vertical à électro-aimants doubles (fig. 547). Ce modèle porte sur les côtés des ta-



… munies de bornes auxquelles aboutissent …s des circuits inducteur et induit, ce qui …et de coupler d'une manière différente les divers éléments de la machine, suivant le but qu'on se propose.

Dynamos Edison. — Les machines Edison

… Edison (modèle de l'Opéra).

(fig. 548) sont spécialement destinées à l'éclairage par incandescence, et doivent être employées avec des lampes montées en quantité; elles ont une faible résistance intérieure. L'armature est un cylindre, formé de disques de tôle, sur lequel le fil s'enroule … machine de Siemens. Lorsqu'o… encore la résistance, on rempl… par des bandes de cuivre isolé… même manière. Les bobines …

toujours en nombre impair, contrairement à ce qui a lieu dans les autres machines; il en résulte qu'elles ne sont pas diamétralement opposées deux à deux et que les balais ne peuvent en

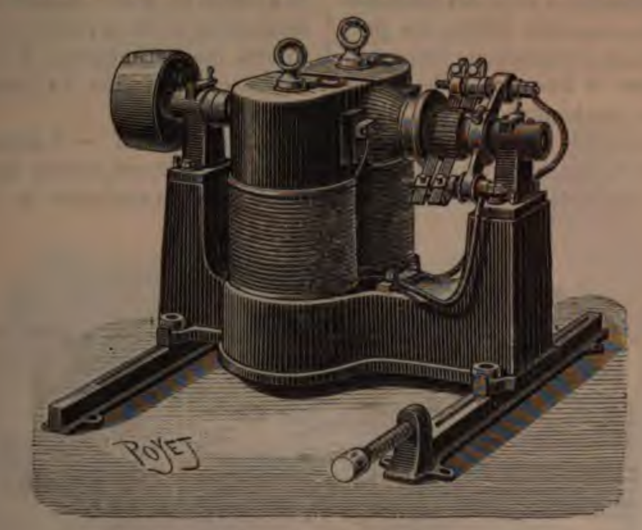


Fig. 550. — Dynamo Edison, à excitation compound.

mettre qu'une à la fois en court circuit. Le collecteur est semblable à celui de la machine Gramme.

L'inducteur est formé d'un électro-aimant de grandes dimensions, terminé par des pièces polaires de fer doux qui entourent l'armature. Ces machines sont généralement excitées en dérivation.

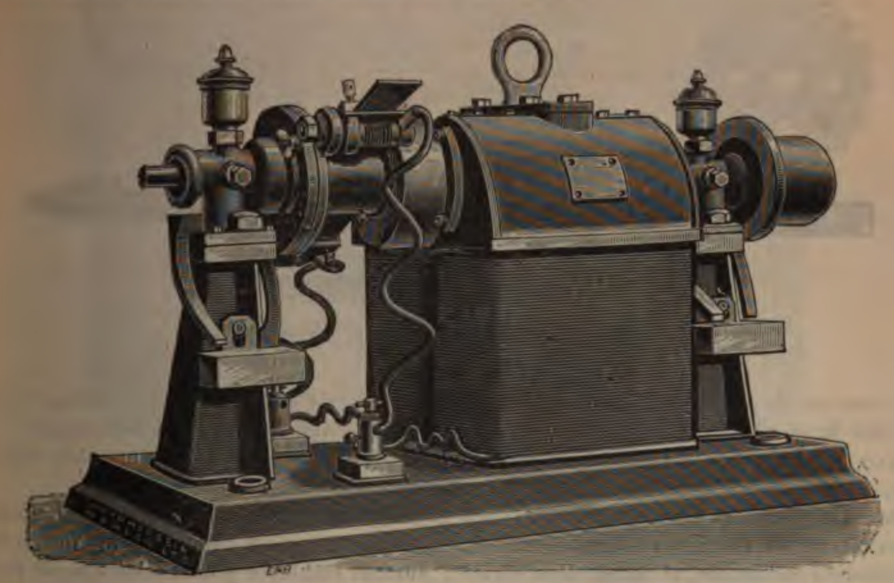


Fig. 551. — Dynamo Woodhouse et Rawson.

M. Picou, directeur des ateliers Edison à Ivry, a fait construire en 1886 un modèle très puissant, qui a été appliqué pour la première fois à l'éclairage de l'Opéra (fig. 549). L'armature est placée entre quatre électro-aimants de forme plus ramassée. Cette machine pèse 10 tonnes, et débite, avec une vitesse de 350 tours par minute, 800 ampères sous 125 volts; elle peut alimenter 1000 lampes de 16 bougies.

Enfin la même Société a mis en circulation

en 1889 une machine du type supérieur (fig. 550) dont l'inducteur est encore plus court et présente une forme analogue à celle des machines décrites plus haut; ce modèle diffère des précédents en ce qu'il est à excitation compound.

Dynamo Woodhouse et Rawson. — Cette machine (fig. 551) est également pourvue d'une armature cylindrique. Elle présente extérieurement la forme de la machine supérieure de Gramme. Elle est plus spécialement destinée à l'électro-métallurgie, mais elle se prête ment à l'éclairage par incandescence et et à toutes les autres applications. Elle e maniement facile et peut être confiée à d sonnes inexpérimentées. Les inducteur excités en dérivation. La puissance peut de 10 à 200 volts.

Dynamo Weston. — L'induit de cett chine (fig. 552) est encore du genre Sie il est formé d'une série de disques d

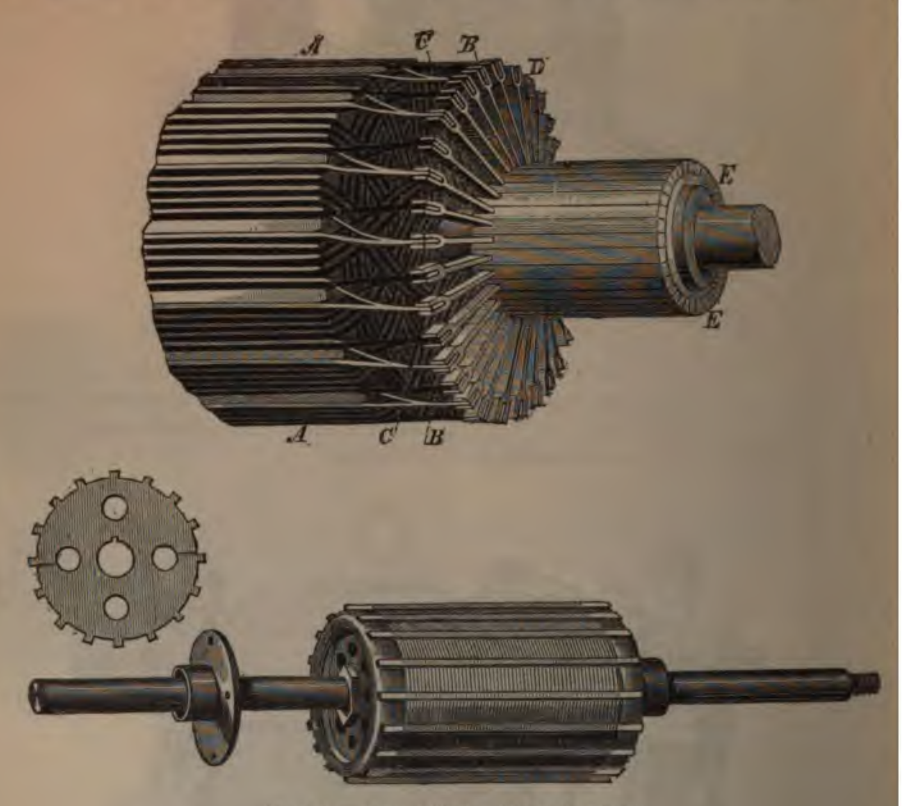


Fig. 552. — Dynamo Weston (détails de l'induit).

munis chacun de seize dents, et percés de trous pour la ventilation: ces disques sont calés sur l'axe, à une petite distance les uns des autres, et isolés. Le fil est enroulé dans les intervalles des dents et forme par suite seize bobines. Dans les machines à haute tension, l'enroulement est double, et forme deux séries de bobines qui sont représentées sur la figure les unes par des traits noirs, les autres par des traits blancs; les bouts libres sont réunis aux lames du collecteur. L'inducteur est formé de deux électro-aimants montés en dérivation et réunis par les pôles de même nom (fig. 553). Les noyaux sont formés de plaques munies d'une série de fentes pour faciliter la v tion et éviter les courants de Foucault. I bines, montées en dérivation, sont très tantes.

Cette machine, construite par la *United Electric Lighting Company*, de New-Yor surtout employée pour l'éclairage par les lateurs Weston et par les lampes à inc cence Maxim. Elle a, d'après l'auteur, l'a de donner une force électromotrice p ment constante et indépendante de l'in du courant.

Dynamos allemandes. — La dynamo (fi construite par la *Allgemeine Elektricitäts*

haft, de Berlin, est surtout destinée aux petites nstallations de lumière. Elle se rapproche des machines Edison. Le bâti, fondu d'une seule pièce, est extrêmement solide. L'inducteur est formé d'un seul électro-aimant, dont les bobines sont placées soit sur une même dérivation, soit sur deux dérivations parallèles, suivant qu'on veut obtenir une différence de potentiel plus ou moins forte (110 ou 65 volts).

Le tambour est analogue à celui des machines

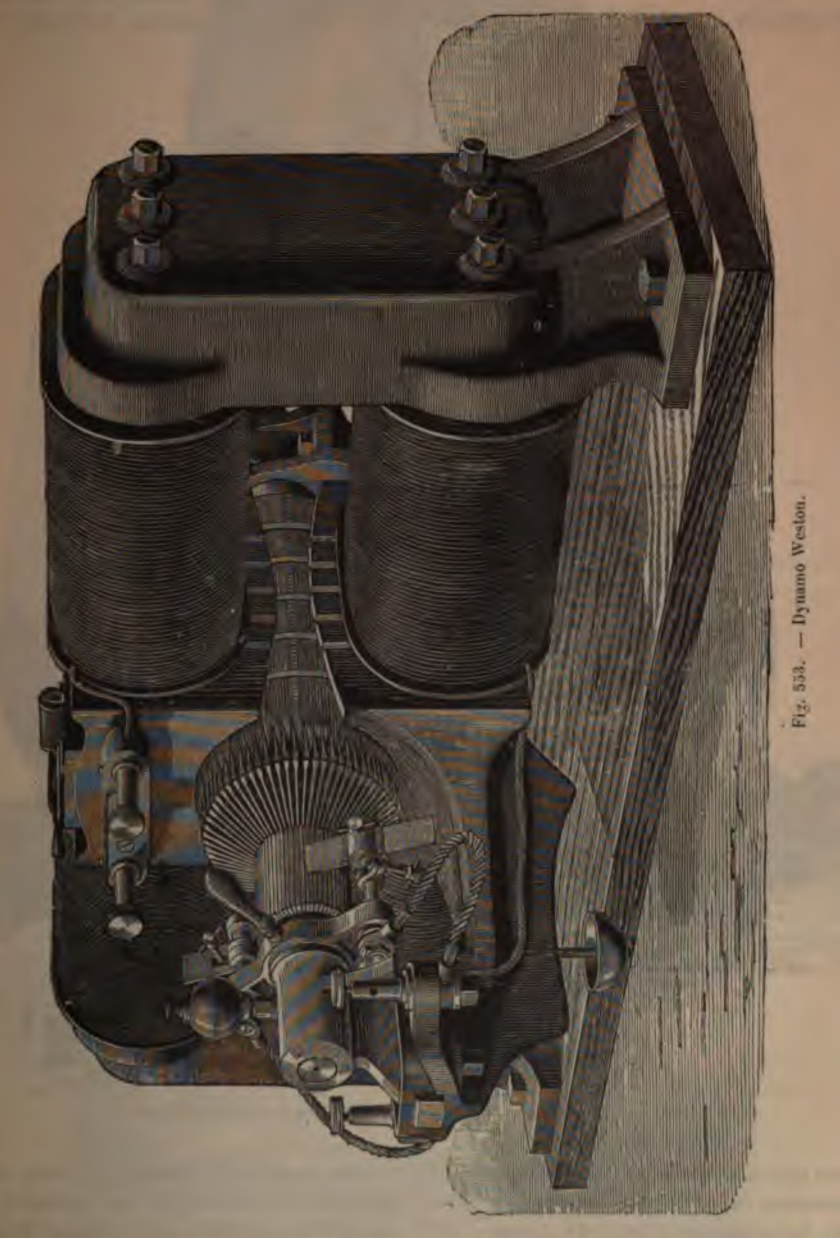


Fig. 553. — Dynamo Weston.

ison, mais les spires de fil sont enfoncées s des rainures étroites et profondes, pratiées dans les plaques de fer qui constituent noyau ; on réduit ainsi au minimum l'échauffement produit par les courants de Foucault et l'espace vide entre l'armature et les pièces polaires, sans nuire à l'efficacité de la ventilation, et tout en concentrant les masses de fer à la périphérie.

Cette machine fonctionne sans étincelles et

avec une différence de potentiel assez constante pour qu'on n'ait presque pas besoin de déplacer les balais. Enfin elle est munie de glissières, de balais et d'appareils de graissage perfectionnés qui assurent un bon fonctionnement.

Pour les grandes installations, et en particulier pour les stations centrales, la même Sociét construit des machines multipolaires s'accou plant directement avec le moteur. Les inducteurs de cette machine (fig. 555) sont fixés suivant les rayons d'un grand anneau de fonte. Il entourent l'induit, formé d'un tambour don l'enroulement se compose de barres de cuivr

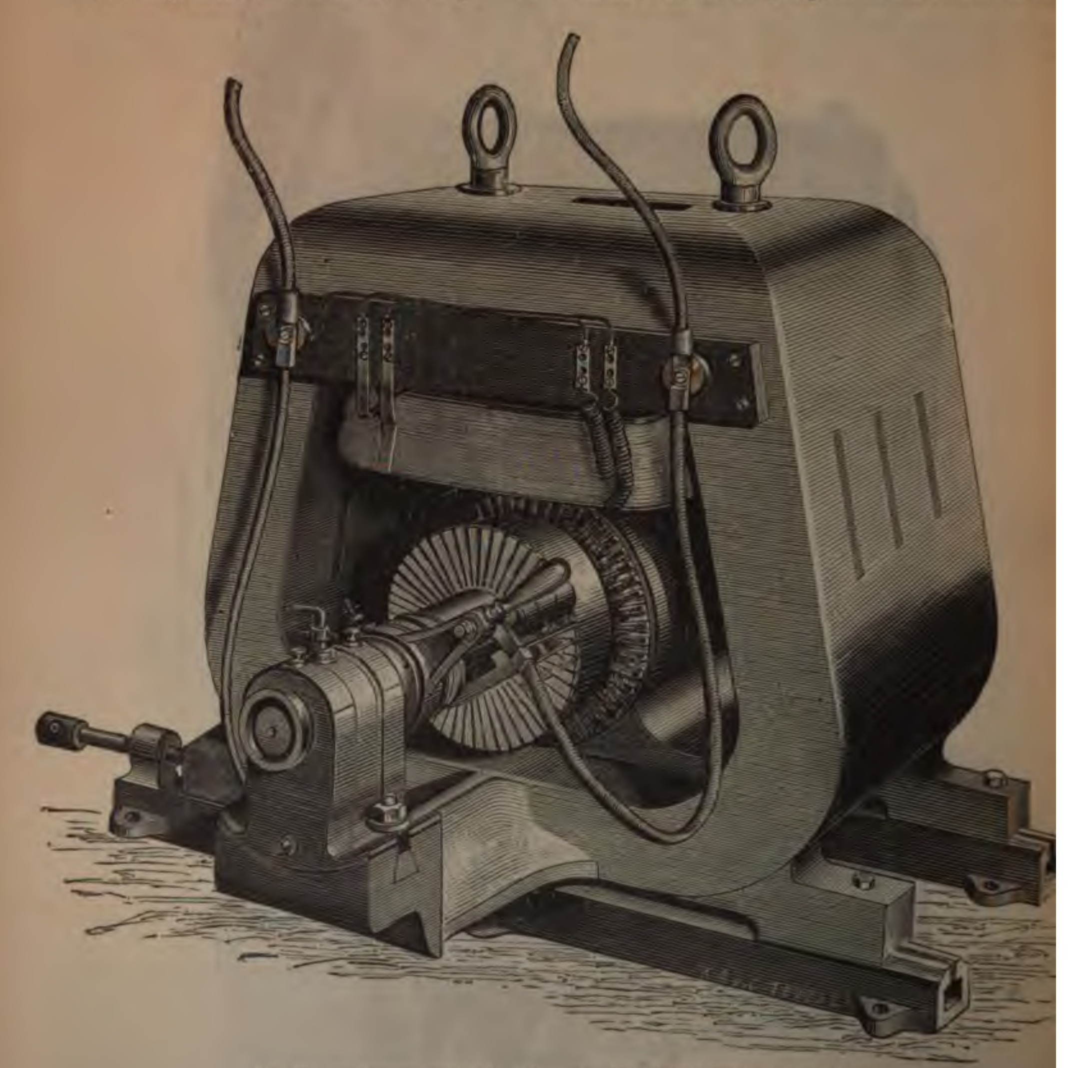


Fig. 554. — Dynamo, modèle G. (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin).

disposées d'une manière spéciale, pour permettre de démonter rapidement le tambour et son collecteur. Le noyau est formé de disques en tôle de fer doux, et l'enroulement est logé dans des rainures latérales. Le collecteur, excessivement robuste, est formé de 480 secteurs. L'induit est calé sur l'arbre même du moteur, ce qui supprime un support spécial et rend le collecteur facilement accessible. Pour éviter le étincelles au collecteur, les surfaces polaire des électro-aimants sont munies d'un annea cylindrique en fer, d'une épaisseur détermin sectionné en plusieurs parties, et qui fait qu les changements de polarité dans le fer s'effe tuent d'une façon très régulière et sans variati brusque.



Fig. 555. — Machine multipolaire. (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin).

Dynamo Thury. — La dynamo Thury est multipolaire. La bobine est cylindrique et de grandes dimensions ; le fil est enroulé sur un tambour en fer. Elle diffère par quelques détails

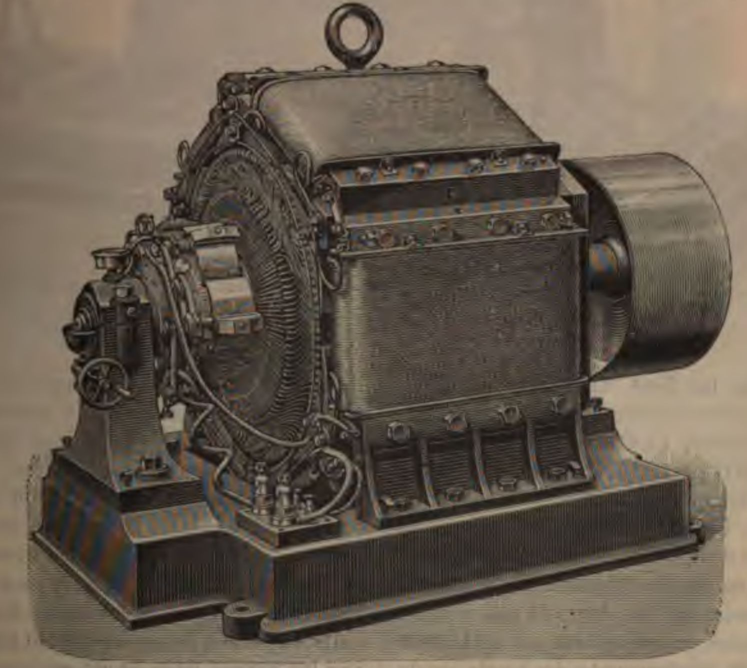


Fig. 556. — Dynamo Thury, type H. (Cuénod, Sautter et Cie, Genève).

l'armature Siemens. L'inducteur (fig. 556) formé d'un bâti en fer ayant la forme d'un hexagone régulier. Sur les côtés sont enroulées six bobines. Aux angles intérieurs sont dis-

x masses polaires, qui entourent

n autre modèle, type C (fig. 557) l'in-
est formé de quatre électros qui en-
complètement l'induit. L'enroulement
pound. Un volant régularise le mou-
et sert de ventilateur pour empêcher
fement des différences pièces.
nachines Thury se distinguent par une
ble résistance intérieure, une vitesse
tite, l'absence complète d'étincelles aux
Il résulte de la faible vitesse que ces machines peuvent être accouplées directement avec le moteur par un manchon d'accouplement élastique, ou commandées à l'aide d'une poulie. Dans ce cas, la tension peut être réglée, comme dans les machines précédentes, par le déplacement des châssis.

Dynamo Pieper. — Cette machine est à six pôles : les bobines inductrices sont enroulées en dérivation. Leurs noyaux viennent de fonte avec la culasse, le socle et les supports des paliers (fig. 558). L'armature est du genre Siemens, mais l'enroulement, qui se rapproche beaucoup

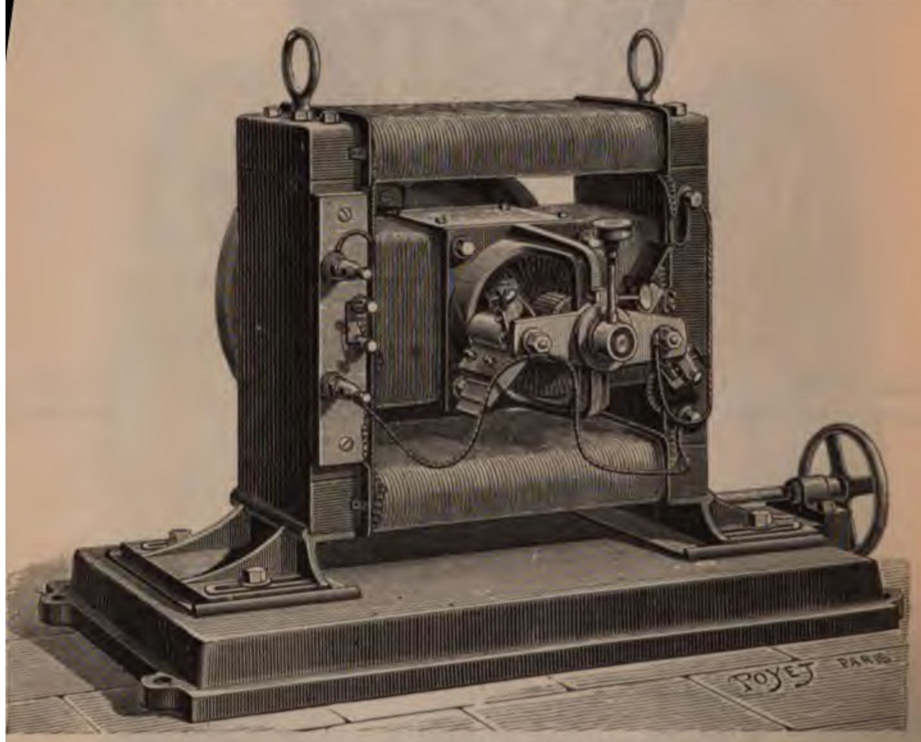


Fig. 557. — Dynamo Thury, type C. (Cuénod, Sautter et Cie, Genève).

lui de la machine Thury, est modifié,
e dans celle-ci, pour s'accorder avec l'ex-
n multipolaire. Le fil est enroulé en zigzag;
e fois qu'il passe sur le fond portant le
teur, il est mis en contact avec une lame
dernier. Le noyau de l'induit, formé de
es en tôle de 0,5 mm. d'épaisseur, est garni
rres de cuivre de 5,5 mm. sur 4,4 mm.,
s et séparées par les dents de plateaux en
Les barres se raccordent au collecteur
es arcs de développante de cercle, seule
géométrique qni permette de maintenir
nducteurs également séparés. Le rende-
électrique est d'environ 95 p. 100.

Dynamo Belfort. — Cette machine, fabriquée par la Société alsacienne de constructions mécaniques, est du type supérieur (fig. 559). L'armature est du système Siemens. Les noyaux des électro-aimants sont en fer ou en fonte suivant l'importance de la question du rendement. La matière isolante du collecteur est supprimée: les barres, disposées à jour, sont isolées par l'air, ce qui évite absolument les courts circuits, et permet de graisser cette pièce à l'huile. Sur les barres fixes de cet organe sont vissées un nombre égal de barres d'acier, sur lesquelles frottent les balais. Cette disposition augmente le prix de revient, mais assure une durée plus

e et facilite le remplacement des barres. cle, très massif, est venu de fonte avec les rts des paliers. Le mode d'excitation peut nodifié très facilement. Ces machines se ruisent le plus souvent pour 65 et 110 volts. petits modèles donnent un rendement électrique de 90 à 94 p. 100 ; il s'élèverait dans les modèles moyens à 96 et dans les grandes machines à 98,5 p. 100.

Dynamos Helvetia. — La maison Alioth de Bâle, qui construisait dès 1879 une machine très originale, mais qui n'est plus employée

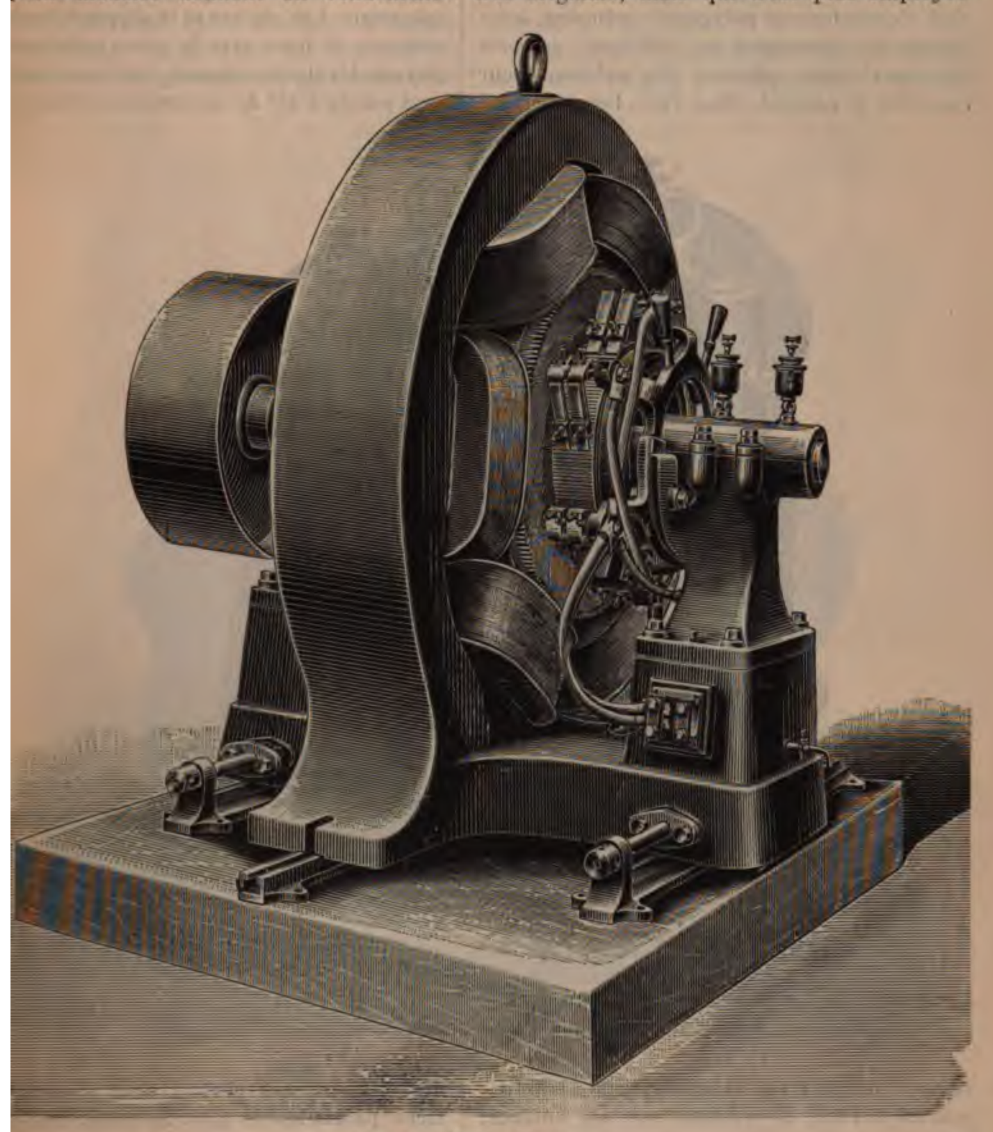


Fig. 558. — Machine Pieper.

rd'hui, celle de Burgin, a combiné de-884 un nouveau type, connu sous le nom namo *Helvetia*. A l'Exposition de 1889, un le de cette dynamo, donnant 1500 volts 9 ampères avec une vitesse de 600 tours, ntait 30 lampes à arc servant à l'éclairage galerie des machines. Un autre modèle, donnant 120 volts et 240 ampères avec une vitesse de 400 tours, alimentait 100 lampes Edison-Swan de 16 bougies et 4 lampes à arc disposées par deux en tension.

Les inducteurs de cette machine, disposés radialement à l'intérieur d'une enveloppe en fonte (fig. 560), présentent quatre pôles al-

ternativement de noms contraires. Au centre tourne l'induit, qui est un tambour du genre Siemens, muni d'un enroulement spécial, suivant qu'on veut obtenir de basses ou de hautes tensions, pour l'incandescence ou pour l'éclairage par arcs en série. Pour l'incandescence, c'est l'enroulement polygonal ordinaire, avec connexions intérieures au collecteur, de sorte que deux balais, placés à 90°, suffisent pour recueillir le courant. Pour l'arc, l'enroulement est modifié de sorte que les bobines ne form que deux circuits différents, la moitié d'en elles étant en série.

Dans le type courant, les inducteurs et corps de la machine sont constitués par d pièces en fonte, formant une enveloppe pseu sphérique. Les paliers et la plaque de fondat viennent de fonte avec la pièce inférieure. noyaux des électro-aimants, également en fo sont placés à 45° de la verticale et fixés à l'



Fig. 559. — Dynamo Belfort (Société alsacienne de constructions mécaniques).

veloppe par des vis extérieures ; le fil inducteur est enroulé diversement sur ces bobines. Dans les machines d'une puissance inférieure à 10 000 watts, l'enveloppe extérieure est d'une seule pièce, et les paliers sont rapportés, pour permettre de placer l'induit. La machine est fermée des deux côtés par des plaques en tôle ajourée.

La figure 561 représente une dynamo compound d'un type un peu différent. Le fil fin des inducteurs est enroulé sur les culasses mêmes des électros, qui portent deux évidement faces parallèles; le gros fil recouvre seul pièces rapportées.

Dans toutes ces machines, l'induit a noyau formé de disques de tôle de 1,5 mi mètre d'épaisseur, rivés ensemble par grou de dix et isolés. Ces groupes sont séparés des intervalles de 3 millimètres. Ces tôles rivées à des pièces de fer fixées sur 6 bar de même métal formant un cylindre cr pour permettre la circulation de l'air. Les

bines sont constituées par des cadres en fil ou par des barres de section rectangulaire, formées sur un moule, et isolées avec une sorte de papier de soie. Les parties latérales sont en développantes de cercle, pour éviter les croisements. Le collecteur n'offre rien de remarquable, si ce n'est qu'on emploie le papier comme isolant, même avec des tensions de 1700 volts. Les balais sont des bandes de toile métallique. Le rendement électrique est de 92 p. 100 pour les machines destinées à l'incandescence.

Dynamos Rechniewski. — La Société l'Éclairage électrique construit depuis quelque temps plusieurs machines imaginées par M. Rechniewski.

La machine bipolaire (fig. 562) est du type supérieur; l'induit est un tambour de Siemens.



Fig. 560. — Dynamo Helvetia (Alioth et Cie, Bâle).

Les noyaux de l'inducteur et de l'induit sont formés de tôles de fer doux, découpées suivant la forme représentée (fig. 563), isolées par du papier enduit de gomme laque; *aa* est le noyau de l'inducteur, et *b* celui de l'induit. Pour l'inducteur, les lames de tôle reçoivent des bobines en bois recouvertes de fil de cuivre. Les rondelles de l'induit sont assujetties à un manchon en bronze, calé sur l'arbre et évidé pour empêcher l'échauffement. L'aération est d'ailleurs produite par des ailettes disposées en hélice, et formant pour ainsi dire une turbine qui aspire l'air et le répartit à travers les cavités ménagées dans l'induit. Les bobines de l'armature s'enroulent dans les interstices des dents de tôle. Ces machines vont de 150 à 26 000 watts.

La figure 564 montre la forme adoptée pour les lames de tôle de l'inducteur *aa* et de l'induit *b* pour les machines à quatre pôles allant jusqu'à 36 000 watts. Enfin la figure 565 repré-

sente la forme de ces lames et la disposition des bobines dans les machines à huit pôles, qui vont jusqu'à 120 000 watts. Ces machines s[…] montées sur glissières. L'enroulement de l'[…]

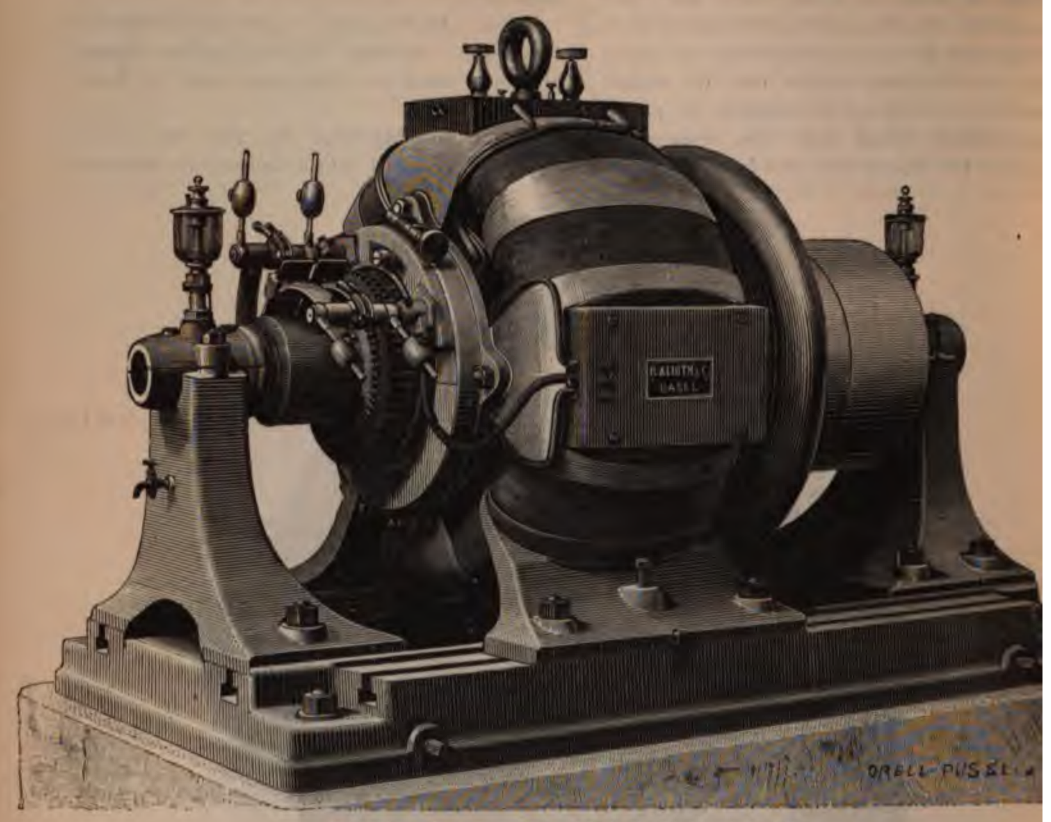


Fig. 561. — Dynamo compound Helvetia (Alioth et Cie, Bâle).

neau est analogue à celui des machines Gramme; il est formé de ruban de cuivre.

Les machines bipolaires marchent ordinairement à 1 200 tours; elles ont un rende[…] électrique de 88 à 93 p. 100. Les mac[…] à 8 pôles ne font que 300 tours.

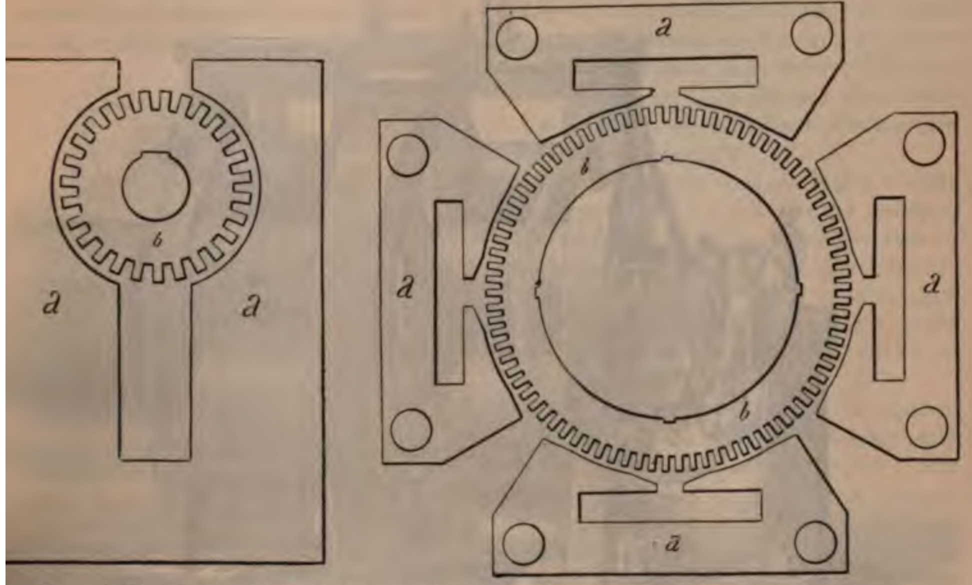


Fig. 562. — Machine bipolaire Rechniewski.

Dynamo multipolaire Desroziers. — Dans cette machine, inventée en 1888 et exposée en 1889 par la maison Bréguet, M. Desroziers a che[…] à obtenir un courant sensiblement continu

rmature en forme de disque, disposition 'a été, jusqu'à présent, appliquée qu'aux ines à courants alternatifs.

L'inducteur (fig. 566) est formé de deux rangées d'électro-aimants, en général six de chaque côté, placés en regard, et présentant au disque



. — Lames de tôle de l'inducteur et de l'induit. Fig. 564. — Lames de tôle des machines de 36 000 watts.

les alternativement de noms contraires. re ces deux séries d'électros tourne l'inqui est constitué par deux plateaux non

magnétiques (fig. 567) sur lesquels le fil est disposé suivant un tracé composé de rayons et de développantes. Les éléments partant des di-

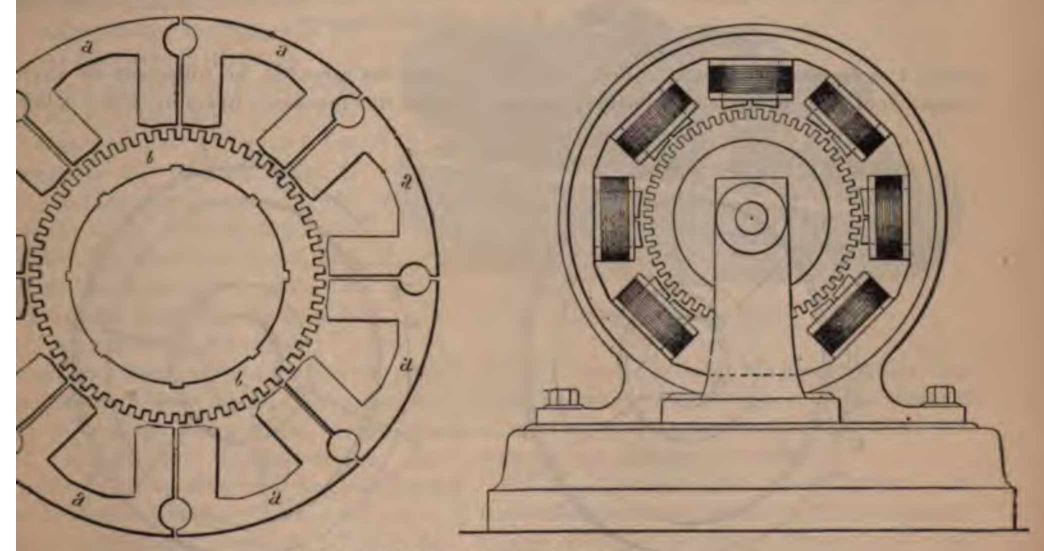


Fig. 565. — Machine multipolaire Rechniewski.

s impaires de la circonférence sont tous ques entre eux ; il en est de même des nts partant des divisions paires. Les uns

et les autres peuvent donc être classés ensemble et placés par séries d'éléments orien convenablement dans des plans parallèles

les deux plateaux. Les deux couronnes sont alors réunies face à face, de manière que les parties radiales soient juxtaposées, pour qu'o puisse faire les ligatures à la circonférence au

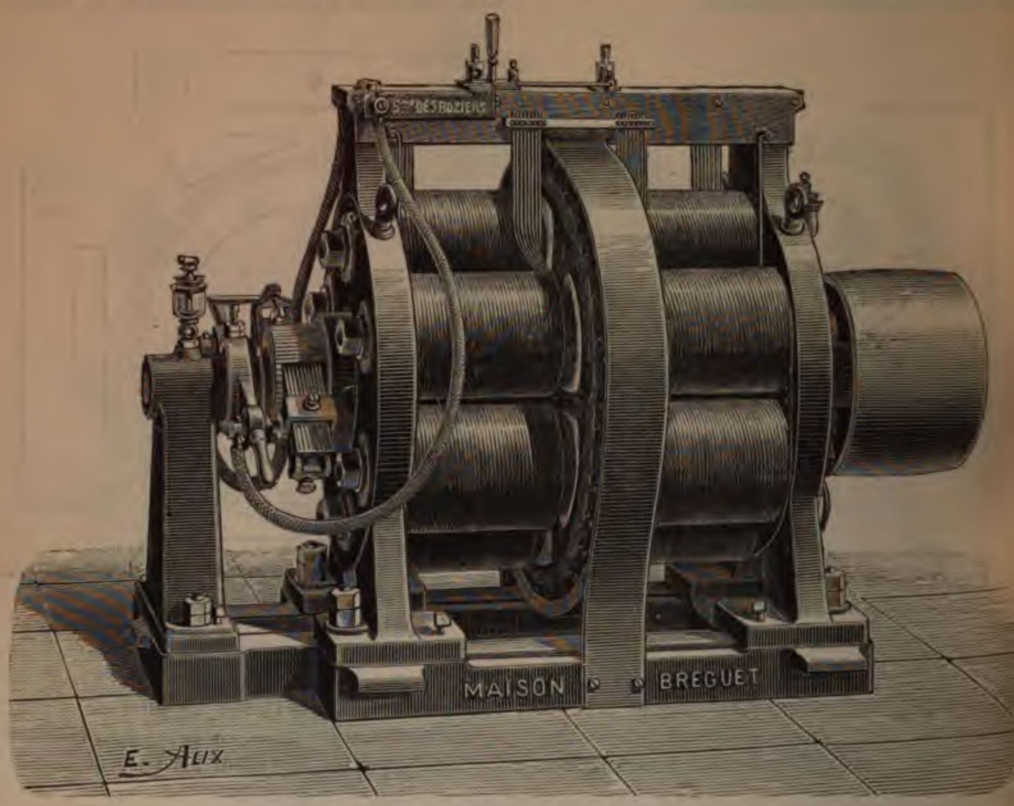


Fig. 566. — Dynamo multipolaire Desroziers.

points *t* et fermer le circuit induit. Les couronnes sont percées de trous destinés au passage des raccords. Le collecteur est analogue à celui des machines Gramme. Deux balais suffi

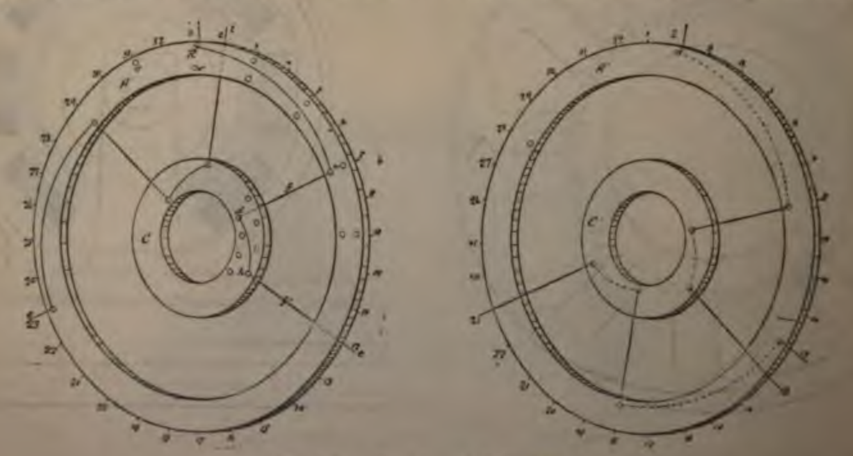


Fig. 567. — Enroulement de l'induit.

sent pour recueillir le courant. Dans les petites machines, où la variation du flux est très rapide, l'enroulement a été légèrement modifi pour éviter la production d'étincelles.

reté de l'induit permet d'arriver à des doubles de celles employées d'ordi-

Lahmeyer. — Cette machine est caractout par la forme du circuit induce est constituée par une carcasse rec-



Fig. 568. — Dynamo Lahmeyer.

e en fonte, à l'intérieur de laquelle font ux appendices polaires horizontaux, fonte avec la carcasse. Ces appendices, els s'enroulent les bobines inductrices, t l'induit chacun sur un angle de 90°. position réduit au minimum la perte de la dispersion extérieure des force, et la machine n'exerce nfluence sur les appareils de ui l'avoisinent (fig. 568).
it est un tambour denté, dont est formé de rondelles de tôle éparées par du papier, et es par des boulons isolés. Il autant que possible, qu'une che de fil, pour diminuer l'éent. Des ouvertures pratiquées âti assurent la circulation de x tôles perforées ferment la et garantissent l'induit.
chines sont surtout employées pour butions à deux fils en dérivation. Un de réglage automatique, fondé sur d'une machine supplémentaire, perire varier la différence de potentiel à les feeders, suivant la consommation, à la maintenir constante au point de ation.

es à courants redressés. — *Dynamo* L'inducteur (fig. 569) est formé de tro-aimants plats, à pôles épanouis, dérivation, comme dans la machine Siemens; les pôles placés en regard sont de même nom.

Le noyau de l'induit est formé d'un long ruban de tôle de 1 mm. enroulé en spirale; entre les différentes couches de ce ruban sont intercalées de petites lames de fer, qui dépassent de part et d'autre. Les bobines induites sont logées entre ces plaques. Cette division de la masse métallique diminue les courants de Foucault.

Cet anneau n'est pas semblable à celui de Gramme. Il y a huit ou dix bobines, qui sont enroulées dans le même sens et groupées deux à deux, les bobines diamétralement opposées étant réunies par leurs extrémités intérieures; les bouts extérieurs traversent l'arbre et vont s'attacher au commutateur.

Celui-ci est formé, suivant le nombre de bobines, de quatre ou six anneaux plats isolés, communiquant chacun avec une paire de bobines, et disposés en groupes de deux, chaque groupe correspondant à deux paires de bobines disposées sur des diamètres rectangulaires. Enfin chaque anneau est muni d'un balai.

Chaque anneau est formé de trois secteurs distincts : aux deux plus grands s'attachent les fils des deux bobines. Le troisième est isolé;

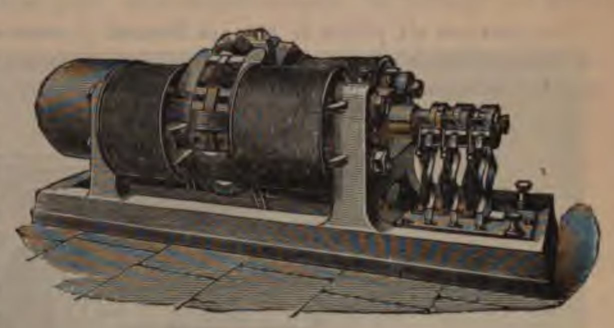


Fig. 569. — Dynamo Brush.

quand il touche le balai, les deux bobines sont mises en court circuit, ce qui a lieu au moment où elles ne donnent pas de courant, et ne forment qu'une résistance inutile.

Les deux anneaux d'un même groupe correspondent aux deux paires de bobines placées à angle droit, et les deux secteurs isolés sont eux-mêmes à angle droit. Chaque paire de bobines donne d'ailleurs un courant maximum quand elle passe devant les pôles, et nul quand elle se trouve à 90° de cette position. Il y a donc pour un groupe huit périodes successives,

pendant lesquelles la première paire agit seule, puis les deux paires, réunies en quantité, agissent ensemble ; la seconde paire agit se[ule] suite, puis les deux ensemble, etc.

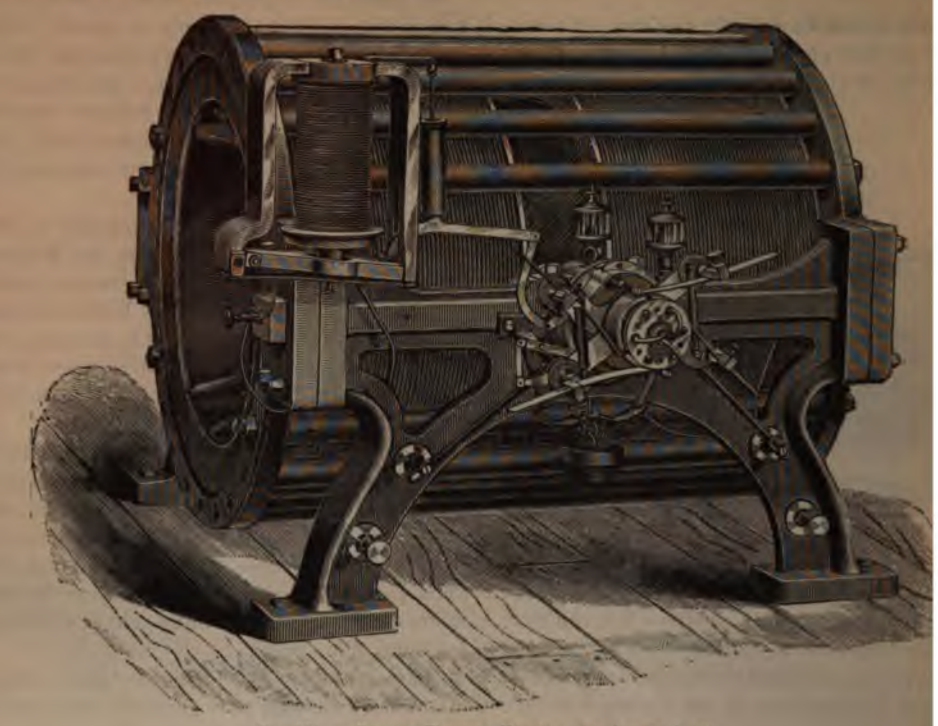


Fig. 570. — Dynamo Thomson-Houston pour lampes à arc.

Les quatre ou six paires de bobines forment en somme quatre ou six machines séparées, donnant chacune des courants alternatifs. Le commutateur redresse ces courants et les forme en un courant continu.

Dynamos Thomson-Houston. — La d

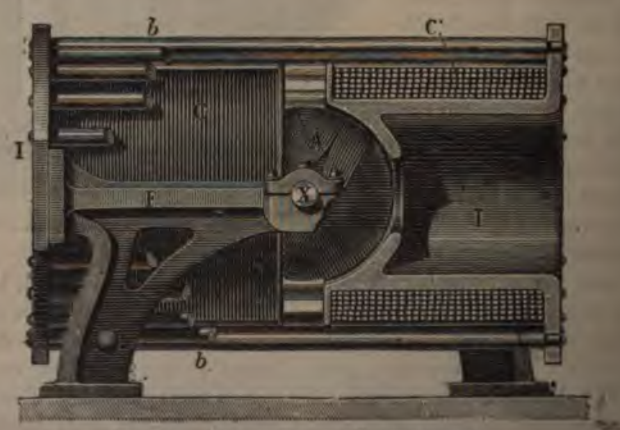


Fig. 571. — Dynamo Thomson-Houston (coupe).

Thomson-Houston pour lampes à arc (fig. 570), imaginée en 1880, est très répandue en Amérique, mais elle n'a été introduite en Europe que récemment.

L'inducteur est formé de deux aimants placés sur le prolongement l'autre. Ces électros se composent d'un creux en fer, terminé vers l'intérieur

face concave et hémisphérique, et sur lequel s'enroule le fil (fig. 571). L'intervalle des deux électros laisse le passage nécessaire pour l'axe de l'induit, qui est à peu près sphérique et entouré par les faces concaves des noyaux. Des barres de fer longitudinales maintiennent et protègent les bobines et mettent le champ à l'abri des influences extérieures. Les électros sont excités en série.

L'induit (fig. 572) est composé d'une carcasse

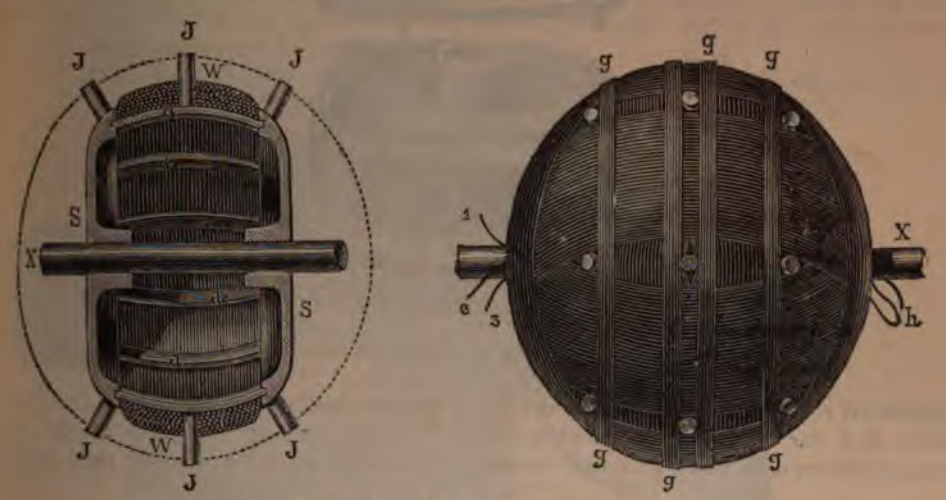


Fig. 572. — Induit de la machine Thomson-Houston.

en fonte, dont les deux moitiés SS sont réunies par de petites barres de fer *dd*, et sur laquelle s'enroule le fil de fer W qui forme le noyau. Celui-ci est recouvert de papier isolant, puis on enroule le fil de cuivre, qui est maintenu par les chevilles de bois JJ, et divisé en trois bobines, inclinées l'une sur l'autre de 120°, et maintenues par de gros fils de laiton *gg*. Pour placer ces bobines dans des conditions parfaitement symétriques, on enroule d'abord la

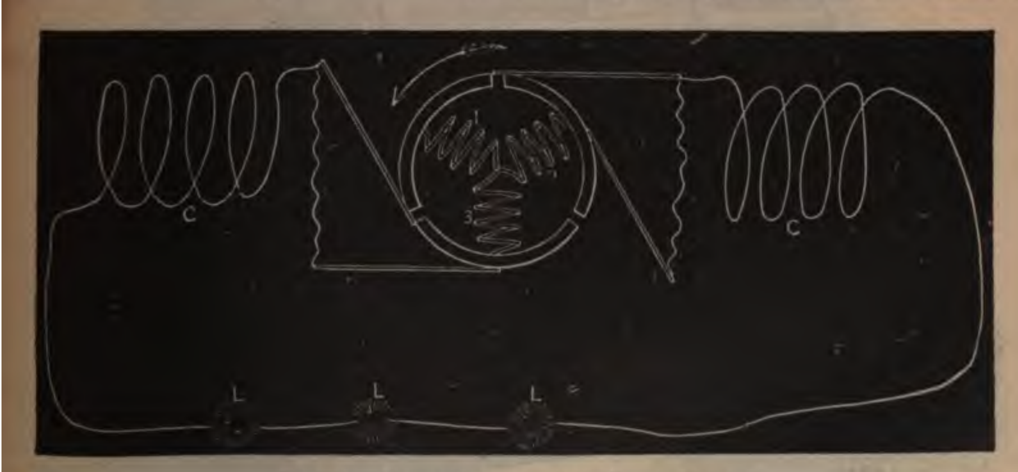


Fig. 573. — Diagramme du commutateur Thomson-Houston.

moitié de la première bobine, puis la moitié de la seconde, toute la troisième, la dernière moitié de la seconde, et enfin le reste de la première. Les entrées des trois fils sont soudées en *h*, et les trois sorties 1, 2, 3 se rendent au commutateur.

Les trois bobines représentent trois anneaux circulaires, inclinés de 120°, et donnent naissance chacune à un courant qui change de sens deux fois par tour, au moment où la bobine traverse le plan perpendiculaire à l'axe de l'inducteur.

Le commutateur (fig. 573), destiné à recueillir et à redresser ces courants, est très simple; il

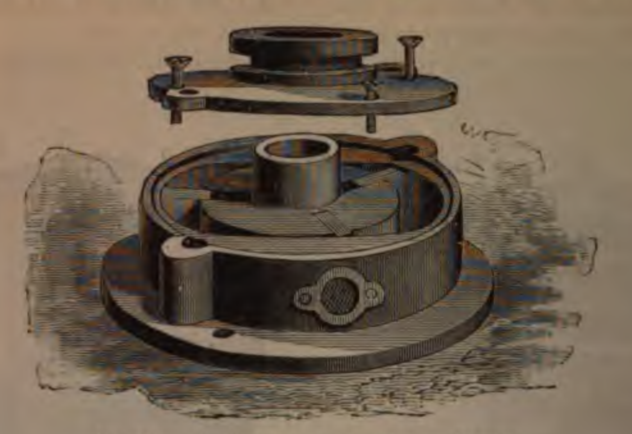


Fig. 574. — Soufflerie des dynamos Thomson-Houston.

segments est relié à l'extrémité d'une des bobines 1, 2, 3. Sur cet appareil frottent quatre balais, divisés en deux paires, placées chacune

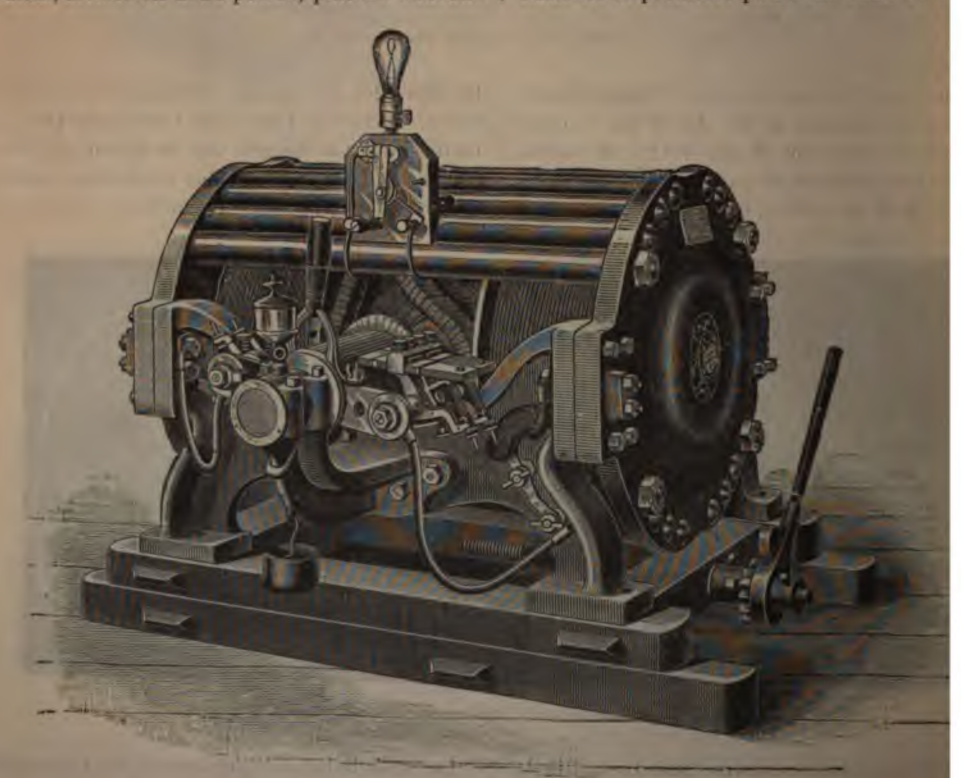


Fig. 575. — Dynamo Thomson-Houston pour l'incandescence.

plus voisin de la seconde, de sorte qu'il y a deux balais positifs distants de 60° et deux balais négatifs, séparés par une distance égale.

se compose d'un anneau métallique div
trois segments égaux et isolés; chacun

aux extrémités d'un même diamètre. Ces
diamètres forment un angle de 60°. C
balai de la première paire est relié au b

De cette manière, il y a toujours deux d
bines réunies en quantité et reliées en t
avec la troisième.

Lorsque la force électromotrice devient trop forte, par exemple par l'extinction d'un certain nombre de foyers, on la ramène à sa valeur normale en déplaçant les deux paires de balais en sens inverse l'une de l'autre, de sorte que la distance des deux balais de même signe devient supérieure à 60° ; les trois bobines se trouvent en court circuit, et la production d'électricité cesse pendant un temps d'autant plus long que le décalage des balais a été plus grand. Pendant ce temps, l'inducteur se désaimante un peu et donne un courant qui prolonge celui des bobines.

Ce décalage des balais est produit automatiquement par un régulateur (voy. ce mot) qu'on voit à gauche (fig. 570) et que nous décrivons plus loin.

Pour empêcher l'usure du collecteur par les

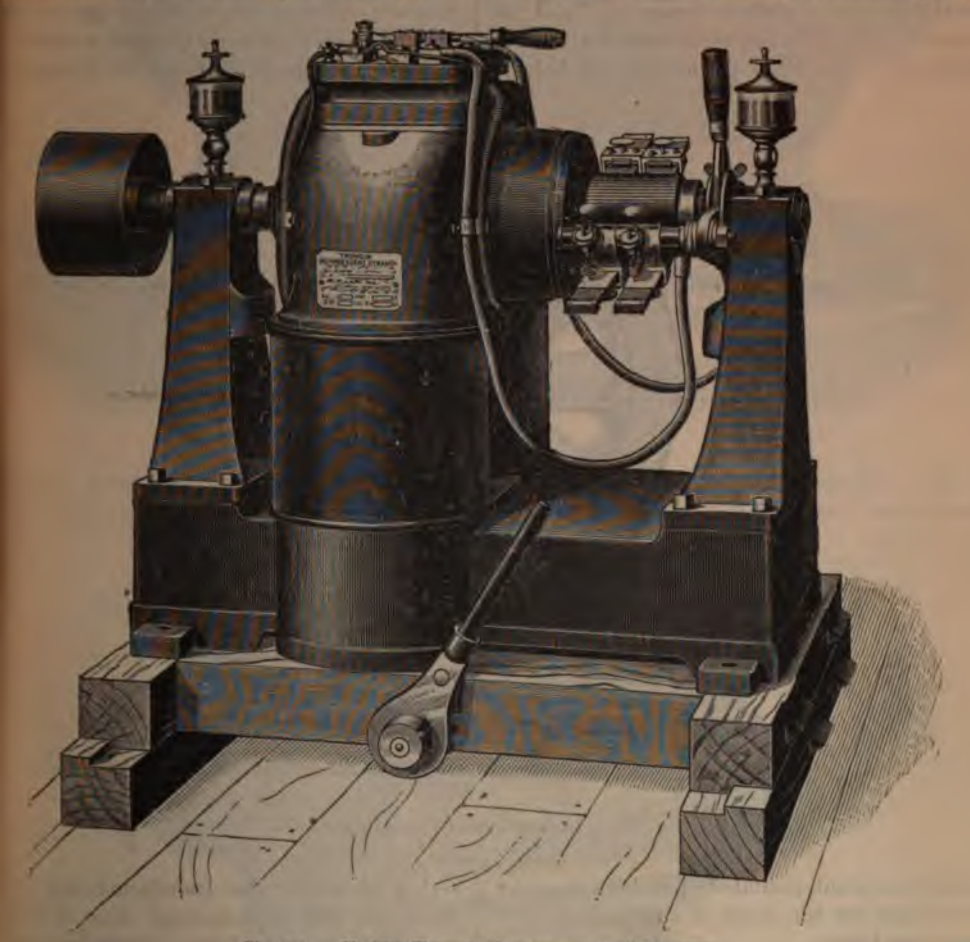


Fig. 576. — Machine Thomson-Houston pour l'incandescence.

étincelles, M. Thomson projette un mince jet d'air d'une grande violence sur les fentes du commutateur, chaque fois qu'elles passent devant les balais, c'est-à-dire six fois par tour (voy. EXTINCTEUR D'ÉTINCELLES). On peut alors graisser le collecteur sans craindre que les poussières métalliques viennent à relier les segments. La fig. 574 représente la petite soufflerie destinée à cet usage.

Cette machine, qui est d'une grande originalité, est employée à alimenter des lampes à arc en série; grâce au régulateur, elle donne un courant dont l'intensité est indépendante du nombre des foyers, et, entre certaines limites, de la vitesse de rotation. Ces machines donnent jusqu'à 2 500 volts et 9,6 ampères avec une vitesse de 820 tours.

La machine Thomson-Houston pour lampes à incandescence (fig. 575) ressemble beaucoup à la précédente par l'aspect extérieur, mais elle en diffère par beaucoup de points. L'excitation est compound. L'induit est du système Siemens,

et son noyau est formé de disques de tôle douce superposés. Enfin le régulateur et le ventilateur sont supprimés.

Ces machines donnent des différences de potentiel de 75, 110 et 150 volts.

La figure 576 représente un autre modèle de dynamo, du type supérieur, également destiné à l'incandescence. Elle se règle automatiquement, sans qu'il y ait besoin d'intercaler aucune résistance dans le circuit, lorsqu'on éteint un certain nombre de lampes. La marche est régulière et l'on n'a pas d'étincelles aux balais.

Le levier qu'on voit au bas de la machin
à tendre la courroie lorsque c'est nécessa

Machines à courants alternatifs. — D
Gramme. — Dans la machine Gramme à co
alternatifs, l'induit est fixe et l'inducte
bile (fig. 577). Le premier a la forme d'un
dre creux; il est divisé en bobines, c
l'anneau de la machine à courant contin
ducteur est formé de huit électro-a
disposés radialement, de façon que les
extérieurs soient alternativement de nom
traires; il tourne à l'intérieur de l'arma

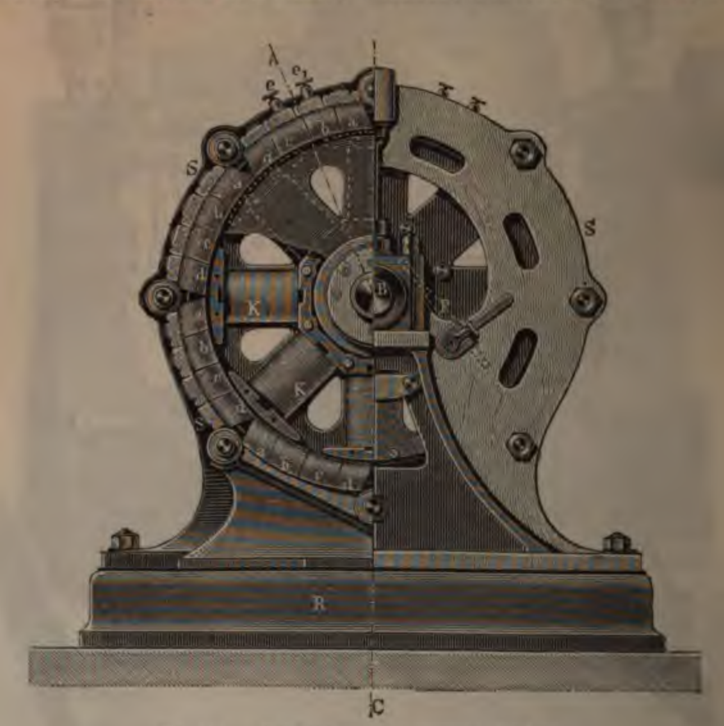


Fig. 577. — Machine Gramme à courants alternatifs.

reçoit le courant excitateur par deux anneaux isolés fixés sur son arbre et sur lesquels frottent deux balais.

A l'origine, ce courant était fourni par une machine séparée. La machine actuelle (fig. 578) est auto-excitatrice; elle forme en réalité deux machines distinctes, montées sur le même axe, et dont l'une, à courant continu, sert d'excitatrice. La position fixe de l'induit supprime le collecteur.

Cette machine est employée par la Société l'Éclairage électrique pour alimenter les foyers Jablochkoff. Elle consomme un cheval par bougie.

Dynamo Zipernowsky. — Cette machine, qui
sert à alimenter les transformateurs
daires de MM. Zipernowsky, Déri et
a, comme la précédente, l'inducteur
et l'armature fixe. L'inducteur est
formé de bobines disposées radialemen
duit (fig. 579) est un cylindre formé de
en fer plat maintenues par des anne
bois. A l'intérieur de ce cylindre son
cées des bobines, en nombre égal à ce
inducteurs, et dont les noyaux, constitu
un fer plat forgé en zigzag, sont parallèl
génératrices. On fait usage avec ces m
d'une excitatrice indépendante.

Dynamo Heisler. — La dynamo Heisler e
employée en Amérique pour des distrib

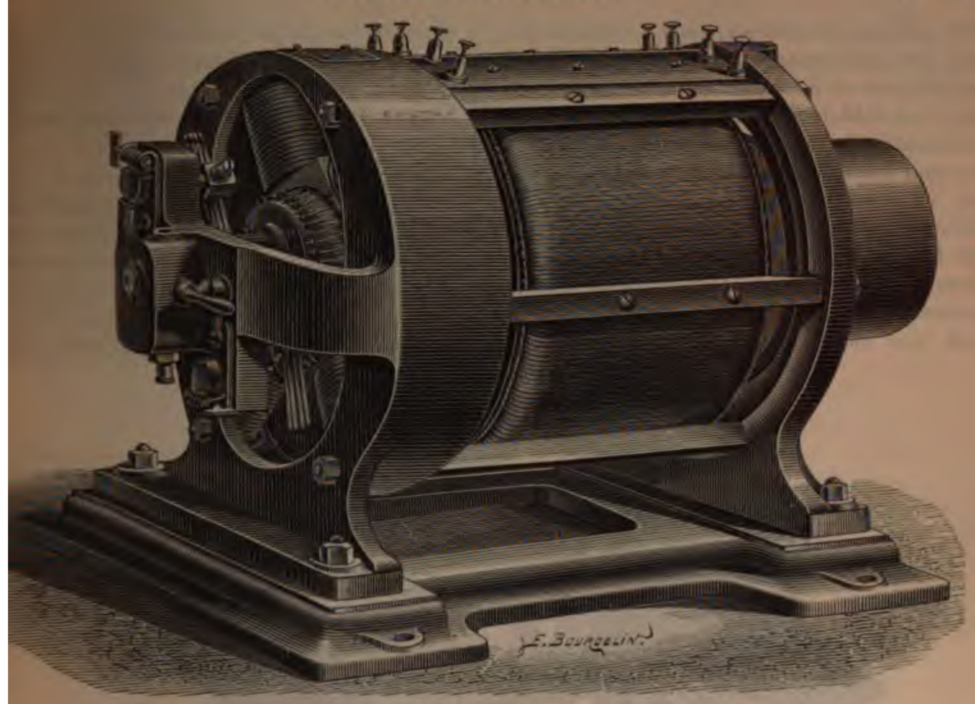


Fig. 578. — Machine Gramme auto-excitatrice.

nsité constante. Elle ressemble beaucoup machine Gramme (fig. 578), et donne comme elle des courants alternatifs. Elle se compose aussi de deux machines montées sur

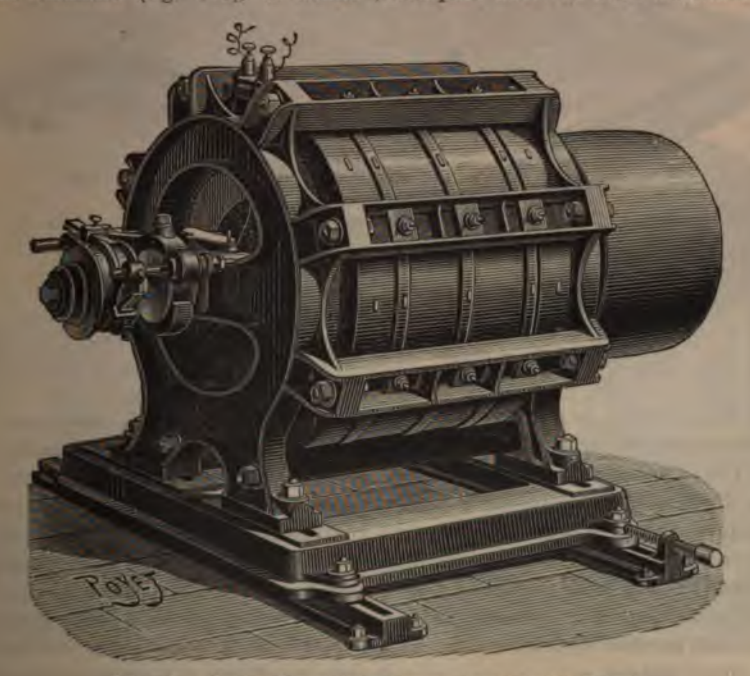


Fig. 579. — Machine Zipernowsky (Compagnie continentale Edison).

ême axe, et dont l'une sert d'excitatrice. -ci est formée d'un anneau Gramme avec son collecteur, tournant entre des inducteurs fixes. Sur l'arbre qui porte cet anneau

sont calés un ventilateur, puis un pignon portant des inducteurs rayonnants, dont les fils sont divisés en deux parties montées en quantité. Ces inducteurs sont ceux de la machine principale : ils tournent au milieu des induits, qui sont fixes. Le courant d'excitation produit par l'anneau sort par une borne, traverse l'électro, revient à une bague métallique fixée sur l'axe et sur laquelle frotte un balai, traverse un fil extérieur, et de là arrive aux inducteurs à pignon. L'anneau et les inducteurs sont tous montés en tension. Une enveloppe protectrice recouvre toute la machine (f

L'intensité est toujours maintenue
pères; le voltage seul varie avec le non
lampes. Pour le type H, la différence d
tiel atteint 3 500 volts.

Dynamo Siemens. — La machine Sie
courants alternatifs (fig. 581) est multi

L'inducteur est composé de deux
d'électro-aimants horizontaux placés en
et dont les pôles alternent. L'armatu
forme de disque, est constituée par de
ques métalliques, maintenues écartées

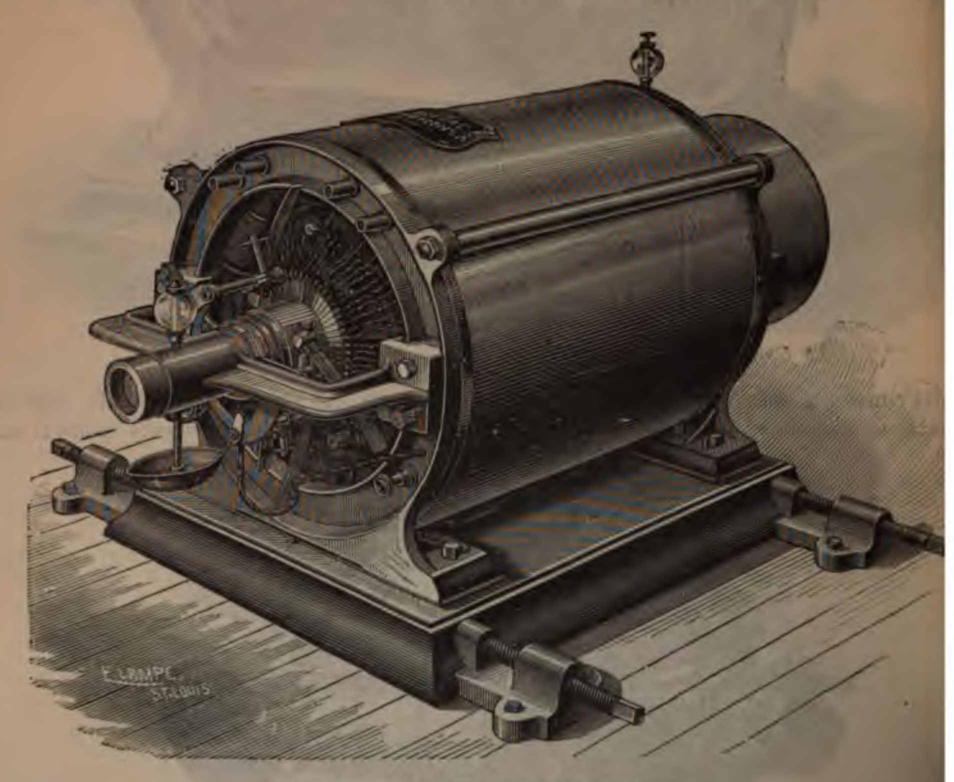


Fig. 580. — Dynamo Heisler (Saint-Louis, Missouri).

entretoises en bois, servant de noyaux aux bobines. Cette armature est très légère et ne s'échauffe pas vite, à cause de l'absence de fer. Les extrémités du fil induit aboutissent à deux bagues métalliques, calées sur l'arbre, et sur lesquelles frottent deux balais. Les bobines de l'induit peuvent être groupées de manière à donner un courant de tension ou de quantité. Cette machine est excitée par une dynamo à courant continu de la même maison.

Dynamo Westinghouse. — La Compagnie américaine Westinghouse emploie, pour alimenter des transformateurs secondaires, des machines étudiées par un de ses ingénieurs, M. S
Ces machines ont comme inducteurs se
bines disposées à l'intérieur d'un tamb
présentant alternativement des pôles de
contraires (fig. 582); l'une de ces bob
voit en *f* sur la coupe, où l'armature es
représentée en perspective. Celle-ci est
de disques en fer superposés et séparés
papier isolant; ces disques sont percés d
pour les alléger et pour permettre l'aérat

Ce cylindre, revêtu d'une enveloppe is
reçoit sur son pourtour des lames non n
ques sur lesquelles les bobines sont

à plat et maintenues par deux bandes de j^1, j^2. Ces bobines sont en nombre égal à celui des inducteurs, et le sens de l'enroulement change de l'une à l'autre, de sorte que les

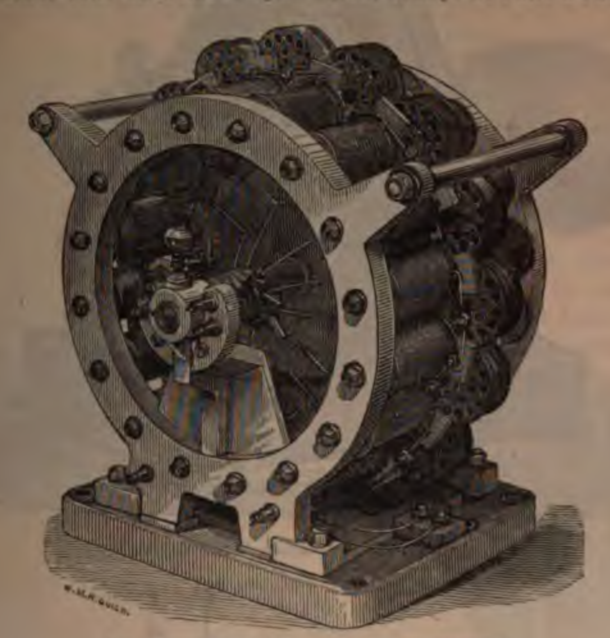


Fig. 581. — Dynamo Siemens à courants alternatifs.

courants qui y prennent naissance s'ajoutent les uns aux autres. Ces courants changent d'ailleurs de sens chaque fois que les bobines passent d'un champ magnétique dans le suivant, c'est-à-dire seize fois par tour. Enfin ces bobines sont groupées en deux circuits parallèles, dont les extrémités communes aboutissent aux deux bagues du collecteur.

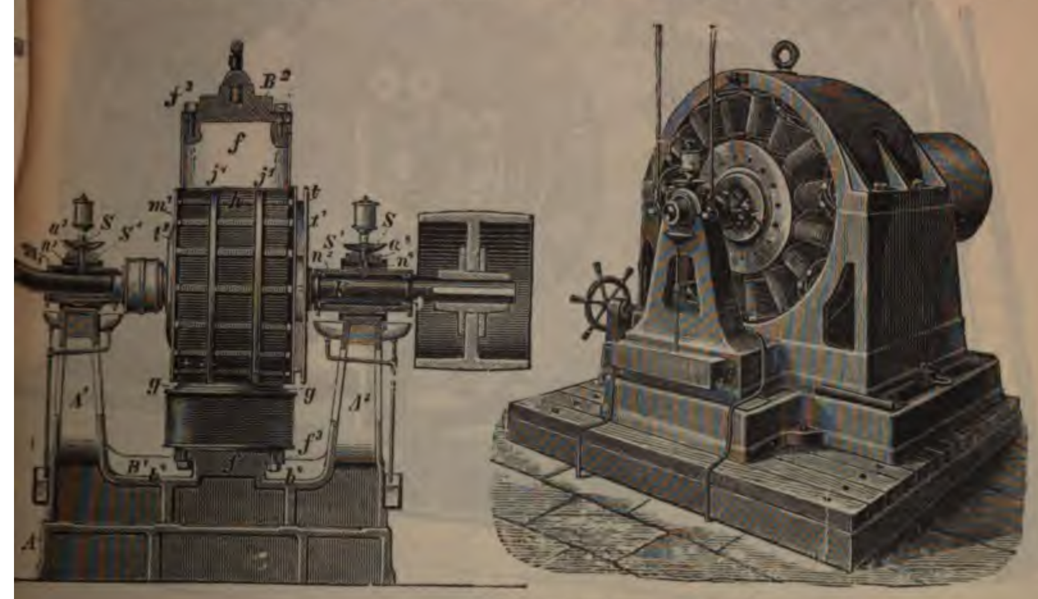


Fig. 582. — Machine Westinghouse.

Ces machines sont ordinairement à excitation indépendante; mais elles se font aussi auto-

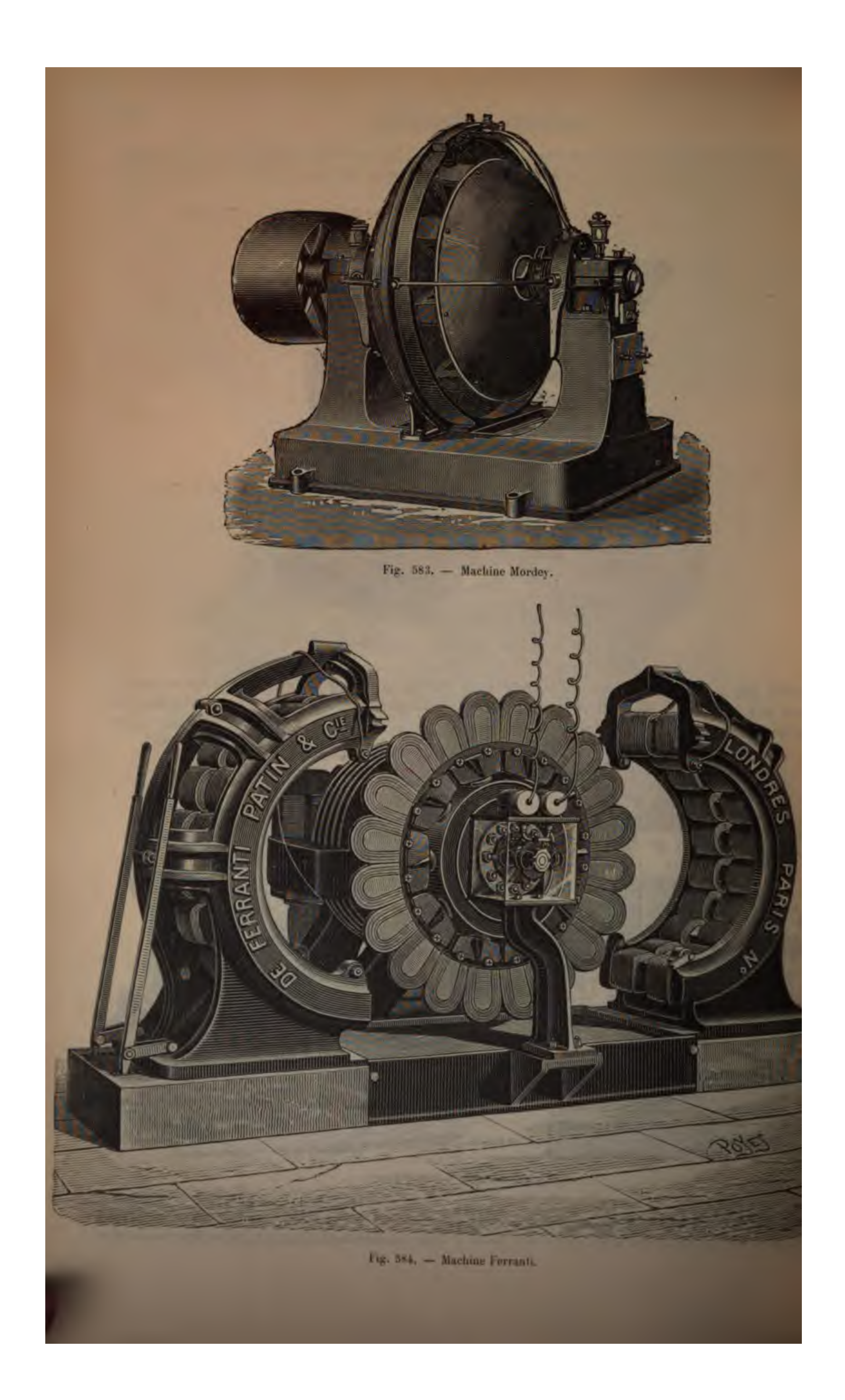


Fig. 583. — Machine Mordey.

Fig. 584. — Machine Ferranti.

...mutatrices en ajoutant au collecteur un commutateur qui redresse la portion du courant destinée à l'excitation.

Dynamo Mordey. — Dans cette machine (fig. 583), inventée en 1888, l'inducteur est enroulé sur un noyau en fer forgé, que traverse l'arbre de rotation. Ce noyau porte des prolongements, en forme de crochets, disposés par paires au nombre de neuf autour de la bobine inductrice. Ces prolongements, dont on voit les extrémités polaires sur la figure, sont recouverts par des calottes sphériques en laiton qui suppriment le bruit et diminuent la résistance de l'air pendant la rotation.

L'induit est logé dans un espace ménagé entre les pièces polaires appartenant à une même paire. Il se compose de dix-huit bobines formées par des noyaux en porcelaine, sur lesquels on enroule des bandes de cuivre dans des rainures. Toutes ces bobines, montées en série, sont ajustées sur un anneau en bronze. Cette machine, qui donne des courants de haute tension, tourne à raison de 650 tours par minute.

Dynamo Ferranti. — Cette machine, imaginée en collaboration avec sir W. Thomson, est surtout destinée à l'éclairage par incandescence. Elle est remarquable par son originalité et sa légèreté, qui permet de donner à l'induit une vitesse de 1 900 tours. En outre, cet organe offre une résistance très faible, 0,0265 ohm.

Deux séries de seize électro-aimants à section ovoïde (fig. 584), placés en regard, forment l'inducteur; les pôles sont alternativement de noms contraires. Les noyaux des électros sont venus

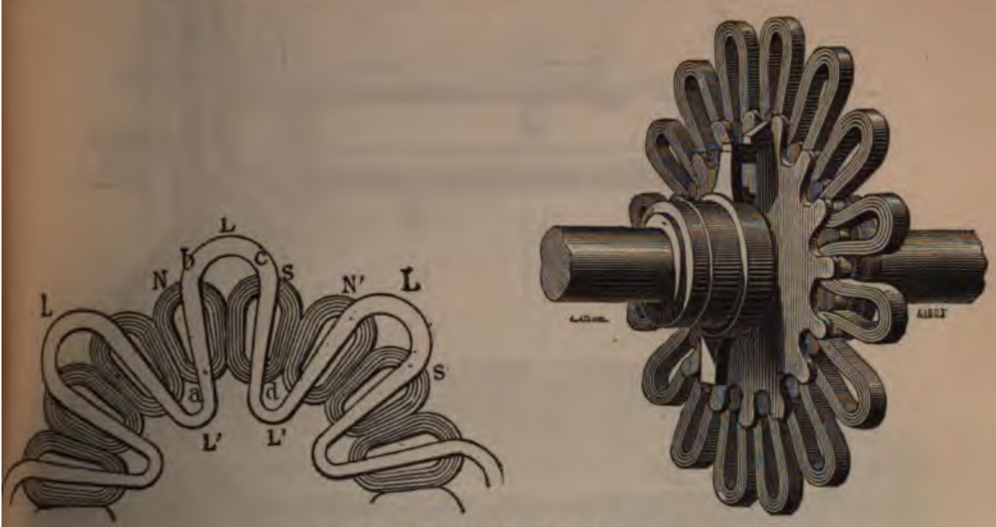


Fig. 585. — Armature de la machine Ferranti.

...fonte avec les deux flasques. Dans les modèles nouveaux, le nombre des électros est doublé; de plus, pour diminuer la résistance, le fil des inducteurs est remplacé par des barres de cuivre ondulées qui passent alternativement au-dessus et au-dessous du noyau de chaque électro. Ces barres sont au nombre de neuf, et ...es en tension.

L'armature ne contient pas de fer : elle est formée d'un ruban de cuivre de 36 mètres de longueur, 12 millimètres de largeur et 2 millimètres d'épaisseur. Ce ruban est contourné de façon à former huit boucles par tour (fig. 585) et fait douze tours successifs, isolés par des bandes de caoutchouc. Ses deux extrémités sont soudées aux deux bagues du collecteur.

Lorsqu'une branche *ab* de l'induit s'approche d'un pôle nord N, la branche suivante *cd* s'approche d'un pôle sud S; ces deux branches donnent donc naissance à des courants de sens contraire, qui s'ajoutent, grâce à la forme de l'armature. Ce courant change d'ailleurs de sens seize fois par tour, comme dans la machine précédente.

Ces machines peuvent alimenter jusqu'à 3 000 lampes de 16 bougies.

Applications des machines d'induction. — Ces machines servent le plus souvent à produire des courants, ou encore comme moteurs. Leurs principales applications sont indiquées aux mots ÉCLAIRAGE, TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE, etc.

MACHINE ÉLECTRIQUE OU ÉLECTROSTATIQUE. — Appareil destiné à produire de l'électricité par frottement ou par influence, et à

établir une certaine différence de potentiel entre deux conducteurs isolés, ou bien entre un conducteur isolé et le sol.

Une machine comprend trois parties essentielles : le producteur d'électricité, le transmetteur et le collecteur. L'énergie potentielle fournie au collecteur correspond au travail effectué lorsqu'on transporte le transmetteur en sens contraire des forces électriques, depuis le producteur, chargé d'électricité contraire, qui l'attire, jusqu'au collecteur, qui est chargé de l même électricité et qui le repousse.

En théorie, la différence de potentiel, et p suite la charge du collecteur, peuvent augm ter indéfiniment; en pratique, il y a une limi qui est atteinte lorsque l'augmentation de char par seconde est égale à la perte produite, s par des étincelles jaillissant entre le collect et les autres pièces, soit par l'action de l'air des supports.

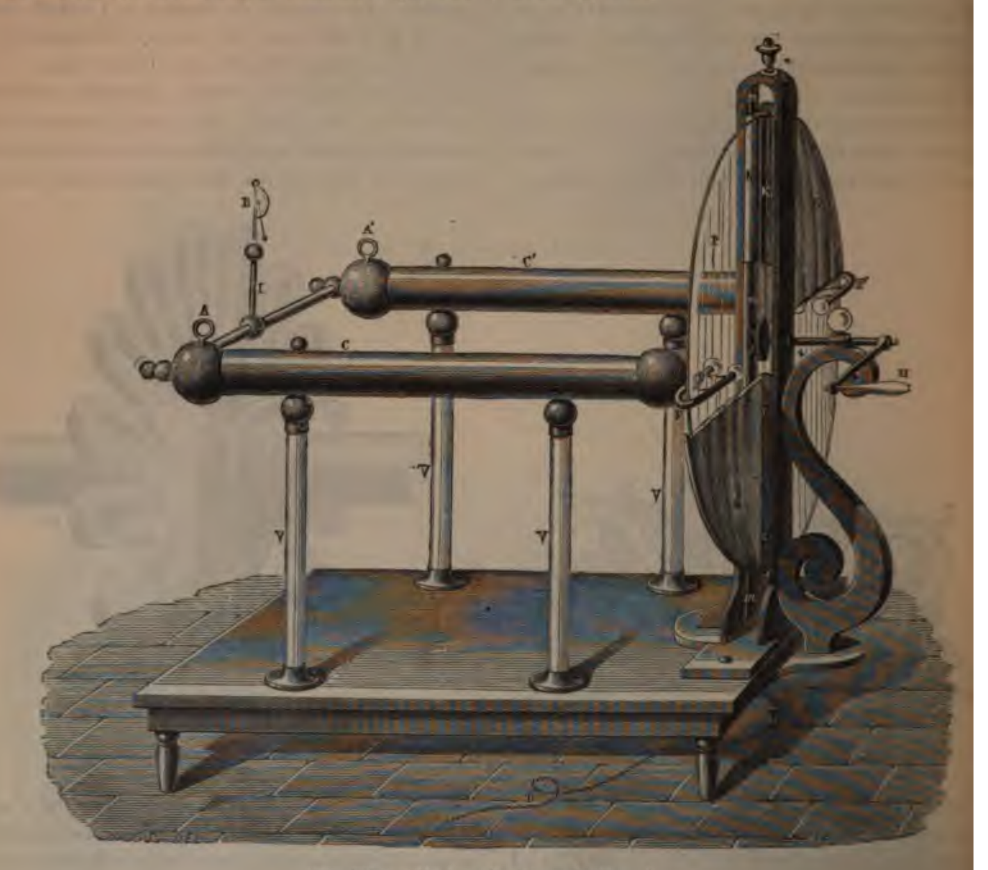


Fig. 586. — Machine électrique de Ramsden.

Le *débit* est la quantité d'électricité mise en mouvement dans chaque unité de temps, lorsque le régime permanent est atteint. Dans toutes les machines, le débit est sensiblement proportionnel à la vitesse de rotation. L'énergie d'une machine est égale au produit EI de son débit par la différence de potentiel des deux pôles.

On divise les machines électriques en *machines à frottement* et *machines à induction*, suivant la nature du producteur. Dans les premières, le transmetteur apportant à chaque opération la même quantité d'électricité, la charge croît progression arithmétique. Dans les machine induction, on peut s'arranger pour qu'elle au mente en progression géométrique; on accoup pour cela deux machines de sorte qu'elles d nent des électricités contraires, et que l'ind teur de chacune soit relié avec le collecteur l'autre.

Machines à frottement. — Ces machines s les plus anciennes. La plus connue est celle Ramsden, qui est encore employée. Dans ce machine (fig. 586), l'électricité est dévelop

frottement d'un plateau de verre P contre ussins de cuir K, entre lesquels il tourne. oussins sont enduits, pour augmenter le ment, d'une substance métallique, or mus- sulfure d'étain) ou amalgame de zinc, et t communiquer avec le sol à l'aide d'une . Le frottement produit des charges égales traires d'électricité positive sur le plateau, ectricité négative sur les coussins : cette re s'écoule dans le sol. Le plateau élec- continuant à tourner, passe dans des métalliques en forme d'U, garnies de s à l'intérieur, et portées par deux con- rs cylindriques isolés, réunis par un troisième cylindre plus petit. Il agit par influence sur ces conducteurs, et, grâce aux pointes métalliques, le verre est ramené à l'état neutre et le conducteur isolé se charge positivement. Les secteurs en taffetas G, qui entourent deux des quadrants du plateau, empêchent celui-ci de perdre sa charge par le contact de l'air avant d'agir sur les conducteurs.

Les machines de Nairne, de Van Marum, de Le Roy, ne sont que des modifications de la précédente et ne sont plus employées depuis longtemps. Leur description est donc sans intérêt. Il en est de même de la machine d'Armstrong, dans laquelle l'électricité est due au frotte-

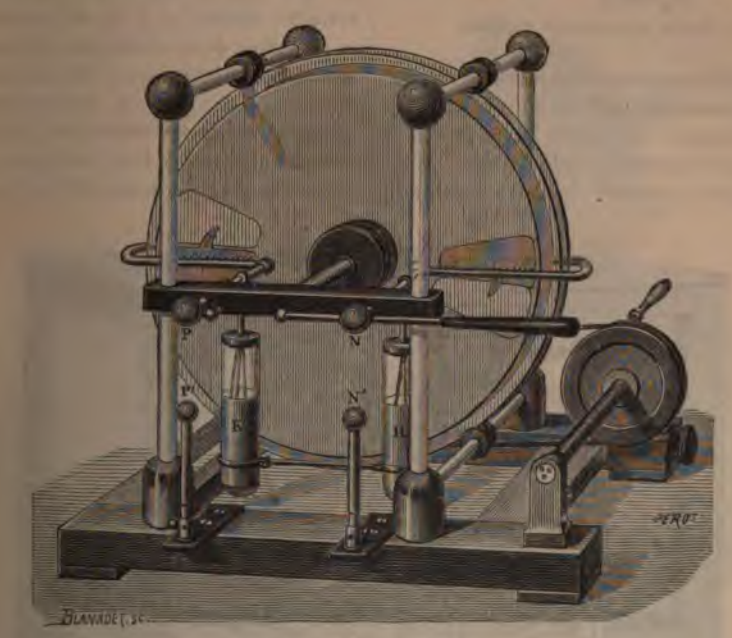


Fig. 587. — Machine de Holtz.

de la vapeur d'eau humide sur des aju- en buis.

hines électrostatiques à induction. — achines sont fondées sur le même prin- ie l'électrophore. Un corps médiocrement cteur reçoit une certaine charge, que l'on lie ensuite par la rotation du transmet- *Le replenisher* de sir W. Thomson, décrit aut (voy. ÉLECTROMÈTRE), est une machine genre.

machines de Tœpler et de Holtz furent ées à peu près simultanément. La ma- de Tœpler, quoique très ingénieuse, a vénient d'être très fragile et très compli- aussi fut-elle bientôt abandonnée en présence des beaux résultats que donnait la machine de Holtz.

Machine de Holtz. — La machine de Holtz ordinaire se compose de deux plateaux de verre, dont l'un, visible en avant de la figure 587, est un peu plus petit et peut tourner autour d'un axe horizontal. Le plateau fixe, placé en arrière, est percé de deux fenêtres en forme de secteurs, sur le bord desquelles sont collées deux armatures de papier, munies de languettes de même substance. Deux conducteurs PN, terminés par des boules, aboutissent d'autre part à des peignes disposés devant le plateau mobile.

Pour amorcer la machine, on pousse, par son

manche isolant, la tige qui traverse la boule N jusqu'à ce qu'elle vienne toucher l'extrémité du conducteur P, on fait tourner le plateau mo-



Fig. 588. — Théorie de la machine de Holtz.

bile, et l'on touche une des armatures de papier avec un corps électrisé. Au bout d'un instant la machine fonctionne : on enlève le corps électrisé et on écarte les deux conducteurs.

Pour expliquer la théorie de cette machine, il est plus commode de supposer les pla remplacés par deux cylindres concentriq cylindre intérieur étant mobile, et renfe les conducteurs. Pour simplifier, on a, figure 588, supposé le cylindre extérieur e et laissé subsister seulement les armatu papier. Cette forme a du reste été réalisée elle est très incommode.

Supposons l'armature A chargée nég ment, le cylindre mobile en mouvement le sens des flèches et les boules PN en co L'armure A agit par influence sur le co teur A'B' qui laisse échapper de l'élec positive en A', de la négative en B'; ces tricités se fixent sur la surface intérieu cylindre mobile, et il en est de même pe la première demi-révolution. En ce mom surface intérieure sera divisée par un peu près horizontal en deux parties aya charges de signes contraires. Mais ces couches agissent à leur tour par influen les deux armures. Sous cette action, l'arm

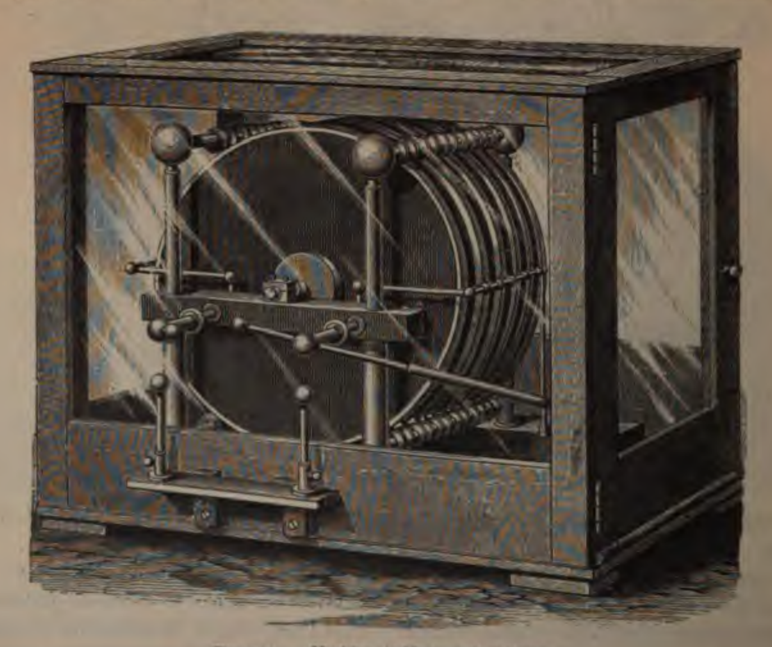


Fig. 589. — Machine de Holtz à 24 plateaux.

laisse échapper par la pointe b de l'électricité négative, qui se fixe sur la surface extérieure du cylindre mobile, et reste elle-même chargée positivement. De même l'armure A laissera échapper de l'électricité positive et sa charge négative augmentera. Au bout d'un tour entier, la distribution sera conforme à la figure. Par suite des réactions réciproques des différentes couches d'électricité, la production d'élect va en augmentant, et la différence de pot croît en progression géométrique. Les co d'électricité réparties sur la surface intér du cylindre sont séparées par le plan αβ couches extérieures par le plan $\alpha'\beta'$; ces pla séparation ne sont pas horizontaux, car l qui s'échappe par exemple du peigne A',

par la couche de signe contraire, remonte à sa rencontre.

La dimension des armures est indifférente; elles doivent être médiocrement conductrices, et se borner à réparer leurs pertes : le papier convient parfaitement. Les fenêtres paraissent servir surtout au dégagement de l'ozone.

On emploie souvent, pour augmenter le débit, une machine double. Cette disposition a été imaginée par M. Poggendorff et perfectionnée par Ruhmkorff; c'est cette dernière forme que représente la figure 587. Les deux plateaux fixes sont placés entre les plateaux mobiles; les conducteurs se terminent par des pièces en forme d'U, qui sont garnies de pointes à l'intérieur et qui entourent les plateaux mobiles.

On suspend ordinairement aux conducteurs, pour augmenter leur capacité, des bouteilles de Leyde HK, réunies par leurs armatures extérieures; cette disposition n'augmente pas sensiblement la distance explosive, mais elle accroît la quantité d'électricité qui passe à chaque décharge. Sans cette précaution, on n'obtiendrait entre les deux pôles que des aigrettes au lieu d'étincelles.

La figure 589 représente une machine de Holtz à 24 plateaux d'ébonite, 12 fixes et 12 mobiles, de 60 centimètres de diamètre, construite par M. Ladd, et qui donne de très beaux effets.

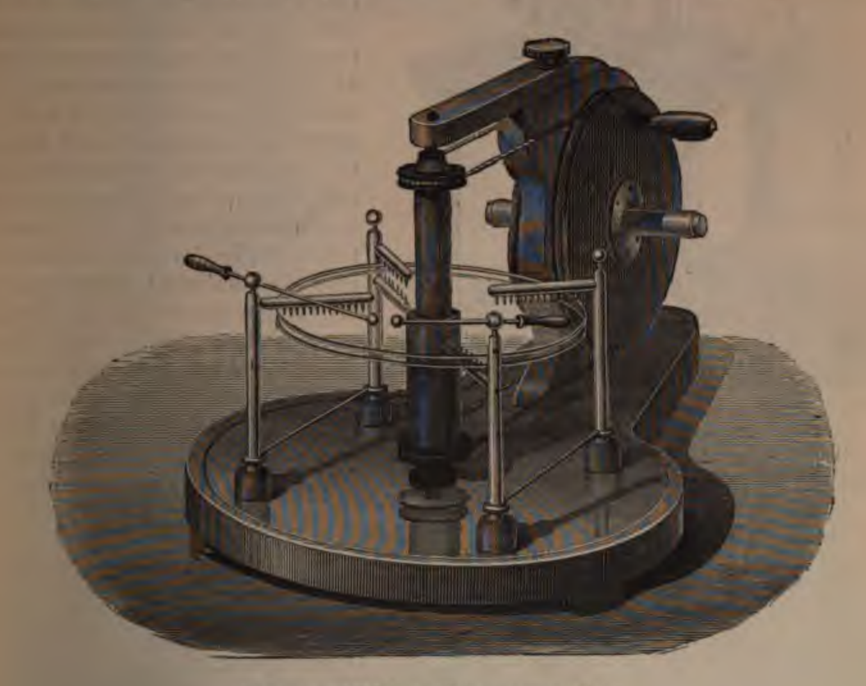


Fig. 590. — Machine de Holtz à deux rotations.

La machine de Holtz a le double inconvénient de ne pas s'amorcer seule et d'être très sensible à l'humidité. On remédie au premier défaut en lui ajoutant un petit disque de verre qui s'électrise constamment en frottant sur deux petits coussins de cuir et qui, passant sans cesse devant l'une des armures de papier, entretient son électrisation, et au second en recouvrant tout l'appareil d'une cage de verre, contenant de la chaux vive, comme sur la figure précédente.

Machine de Holtz à deux rotations. — M. Holtz a imaginé une autre machine dans laquelle il a supprimé les plateaux fixes et les armures de papier (fig. 590).

Elle se compose de deux plateaux de verre horizontaux tournant en sens inverse et de quatre tiges métalliques munies de peignes. Deux de ces peignes sont disposés au-dessus des plateaux suivant un même diamètre; les deux autres sont au-dessous et disposés suivant le diamètre perpendiculaire au premier. Les tiges sont reliées deux à deux à la partie inférieure, et portées par des pieds d'ébonite; deux d'entre elles portent des tiges mobiles qu'on peut amener en contact.

Pour amener la machine, on fait toucher ces

deux tiges, et l'on met les plateaux en mouvement. Le plateau inférieur tourne dans le sens

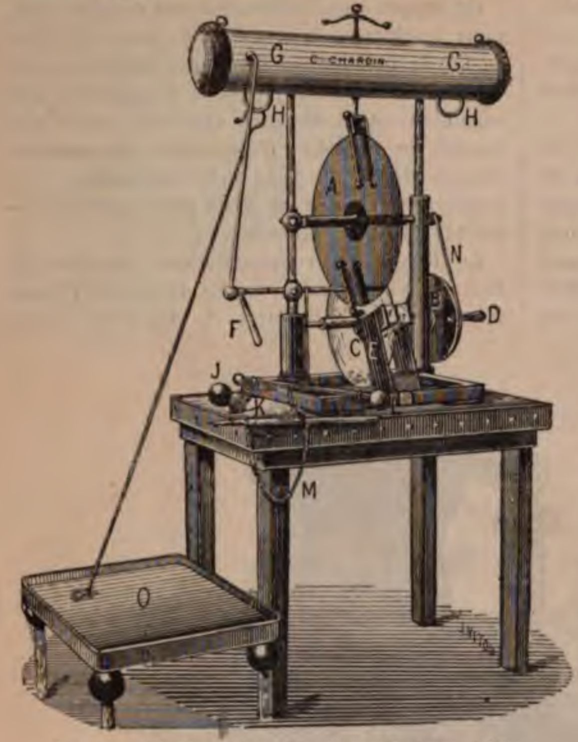


Fig. 591. — Machine de Carré disposée pour les usages médicaux.

des aiguilles d'une montre, l'autre en sens contraire. Il suffit de placer un instant en face d'un des peignes un objet électrisé pour que la ma chine fonctionne. La théorie est analogue celle de la machine précédente. L'excita teur ne donne que des aigrettes continue à moins qu'on ne mette les conducteur en communication avec les armatur d'une sorte de bouteille de Leyde.

Machines de Bertsch et de Carré. — La ma chine de Bertsch se rapproche de celle d Holtz, mais elle est à plateaux d'ébonite elle a, comme elle, l'inconvénient de n pas s'amorcer seule. M. Carré l'a modi fiée et a fait disparaître ce défaut.

La machine de Carré (fig. 591) se com pose d'un disque en ébonite A mobile au tour d'un axe horizontal. L'armature es constituée par un petit plateau d'ébonite o de verre C, qui est monté sur l'axe de l manivelle et qui frotte sur deux coussin de cuir E. Deux peignes sont disposés sui vant le diamètre vertical du grand pl teau, l'un en face du disque de verre, l'au tre en face d'une armure d'ébonite fix terminée par des pointes. Ces deux pe gnes communiquent respectivement av deux conducteurs isolés, dont l'un présent une branche mobile, qui sert d'excitateu On voit que cette machine est analogue celle de Holtz, le plateau de verre et l feuille d'ébonite fixe jouant le rôle d deux armures de papier. On peut augment l'énergie des étincelles en suspendant au gr

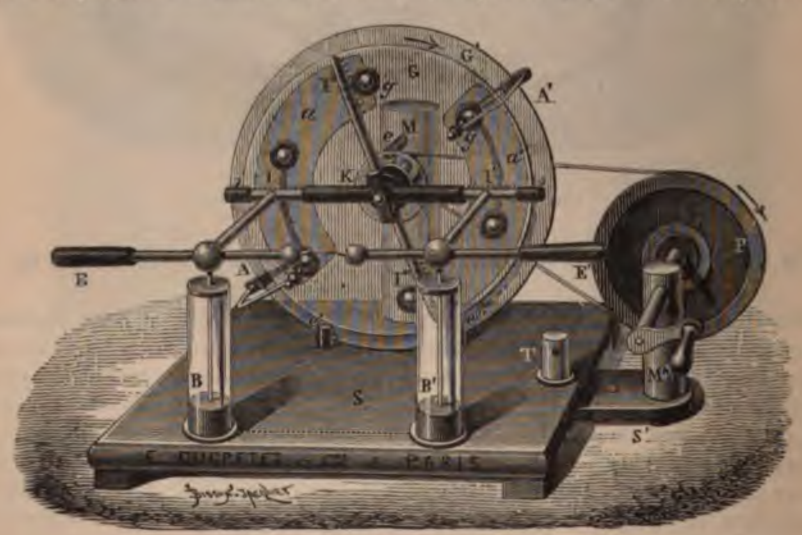


Fig. 592. — Machine de Voss.

conducteur une bouteille de Leyde dont l'armature externe vient toucher le conducteur inférieur. Les plateaux d'ébonite ont l'incon vénient de s'altérer peu à peu au contact d

l'air : il faut alors renouveler les surfaces en les frottant avec du papier d'émeri.

Machine de Voss. — D'autres machines fondées sur l'influence ont été imaginées par M. Varley, M. Tœpler, M. Voss, etc. Cette dernière se compose d'un plateau fixe G' portant sur sa face postérieure deux inducteurs *aa'* de grand dimensions (fig. 592), et d'un plateau G, tou nant dans le sens de la flèche, et portant s disques métalliques munis d'un bouton au ce tre. Des conducteurs munis d'un excitate portent deux peignes horizontaux II'; ils sont

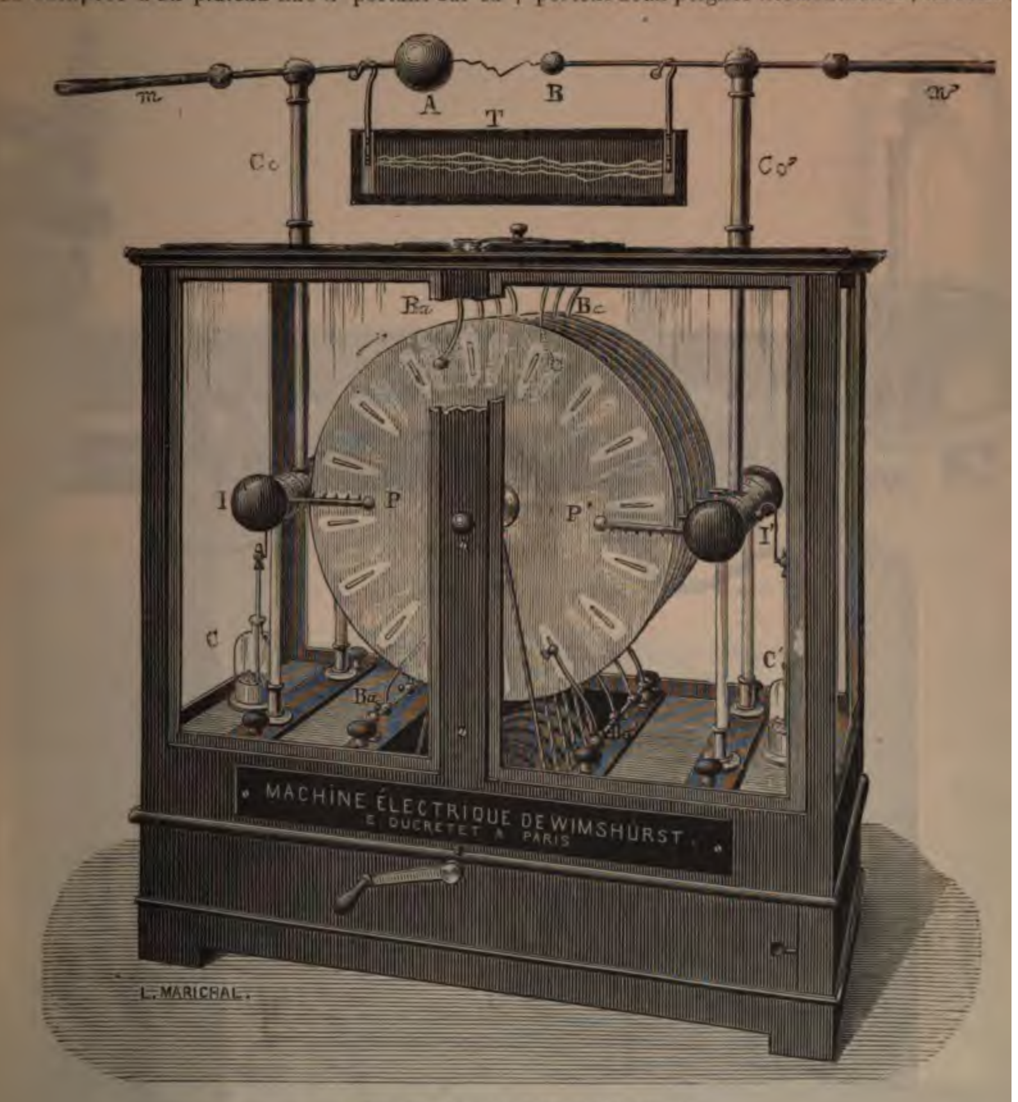


Fig. 593. — Grande machine de Wimshurst.

contact avec les armatures intérieures de deux bouteilles de Leyde BB', réunies par leurs armatures extérieures. Un conducteur diamétral I''I''' se termine par deux peignes et deux balais qui rencontrent les disques. Deux autres balais AA' communiquent avec les inducteurs.

Supposons que l'inducteur *a* ait reçu une petite charge négative. Chaque disque qui passe devant lui se charge par influence, et, en to chant le balai I'', cède son électricité négati au conducteur diamétral et garde la positiv En arrivant au balai A', ce disque cède u partie de sa charge à l'inducteur *a'*; passa ensuite devant le peigne I', il agit par influenc attire de l'électricité négative, et repousse positive. Il est ainsi neutralisé ; il se charge

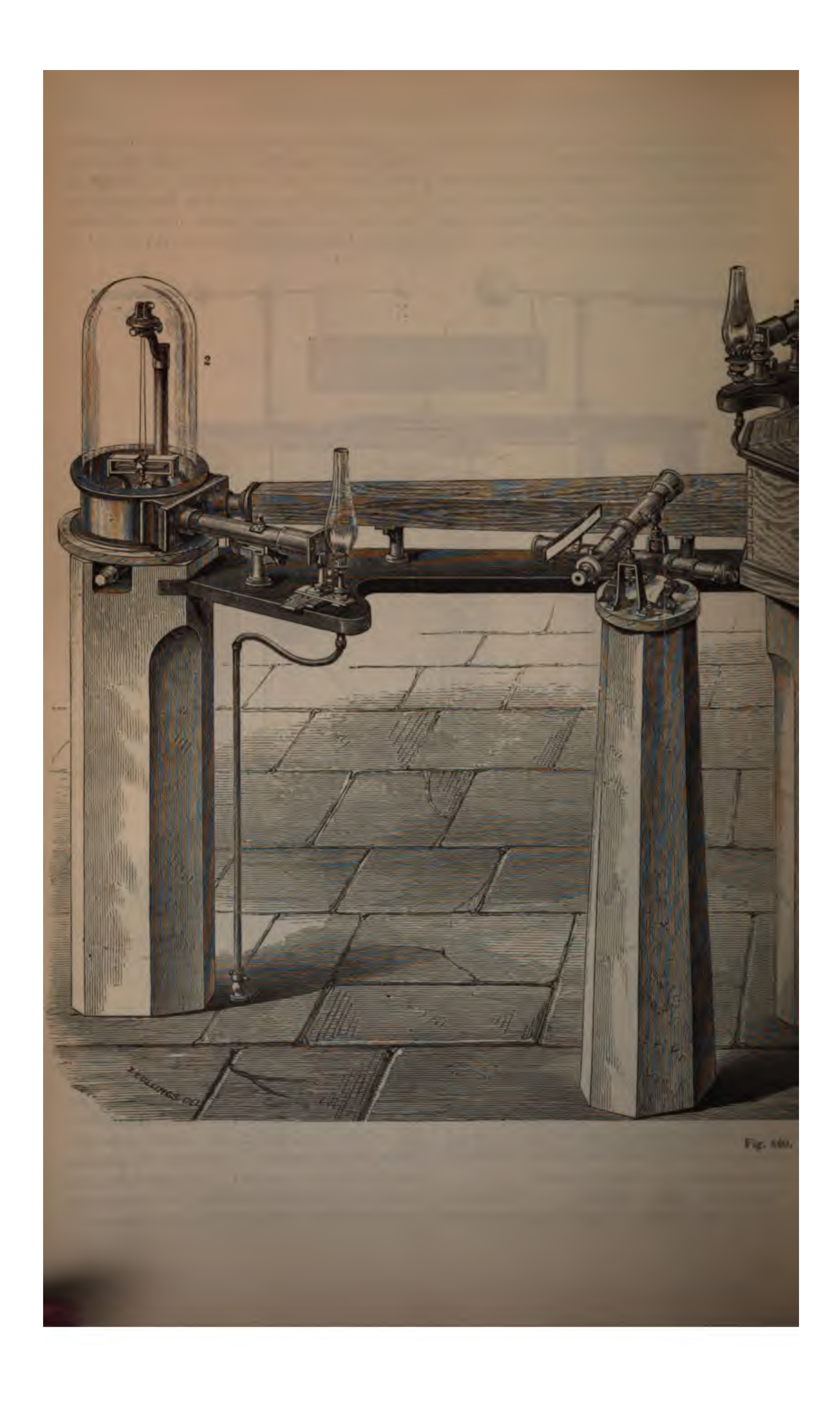
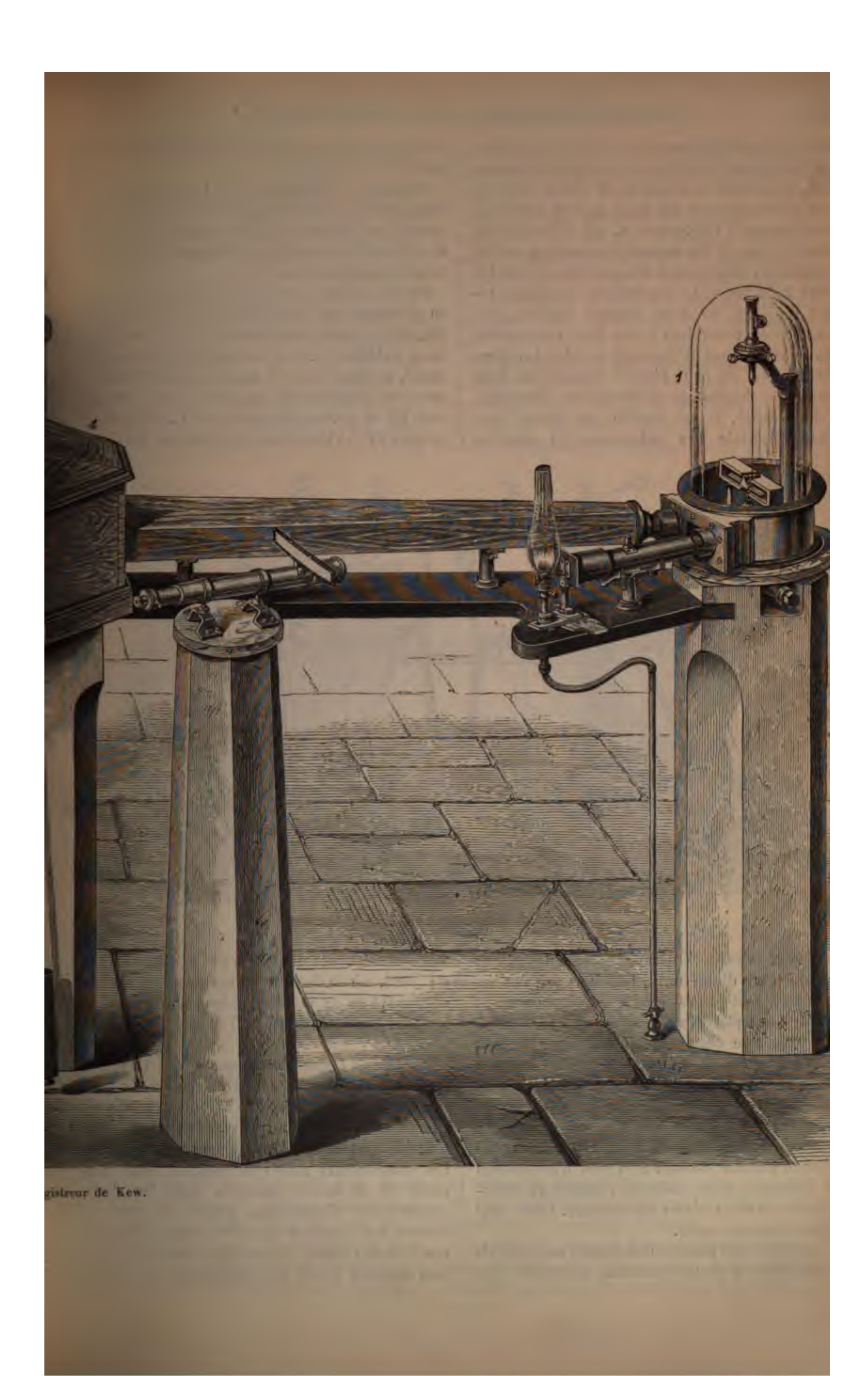


Fig. 460.



gistreur de Kew.

nouveau sous l'influence de l'armure a', cédant de l'électricité positive au conducteur diamétral, et gardant la négative. Il donne ensuite, par l'intermédiaire du balai A, une partie de cette charge à l'inducteur a, qui s'électrise de plus en plus, et les mêmes phénomènes se reproduisent sans cesse, à chaque tour, devant les deux inducteurs. Le conducteur diamétral reçoit toujours, de deux disques opposés, des électricités contraires à ses deux extrémités; les deux peignes II' laissant écouler les deux électricités, on peut bientôt séparer les deux boules de l'excitateur et obtenir des étincelles.

En réalité, il est inutile de donner une charge initiale aux inducteurs; la machine s'amorce seule, sans doute par le frottement des balais sur les disques.

Machine de Wimshurst. — La machine de Wimshurst est l'une des plus récentes; elle est encore peu répandue, mais ses qualités ne tarderont certainement pas à lui assurer de nombreuses applications.

Elle est formée de deux plateaux de verre ou d'ébonite DD' tournant en sens contraire (fig. 594) et garnis de secteurs en étain sur leurs faces extérieures. Les conducteurs communiquent, comme dans les machines précédentes, avec des bouteilles de Leyde CC' et un excitateur EE' et portent des pièces en U, garnies de pointes PP' à l'intérieur, qui entourent les deux

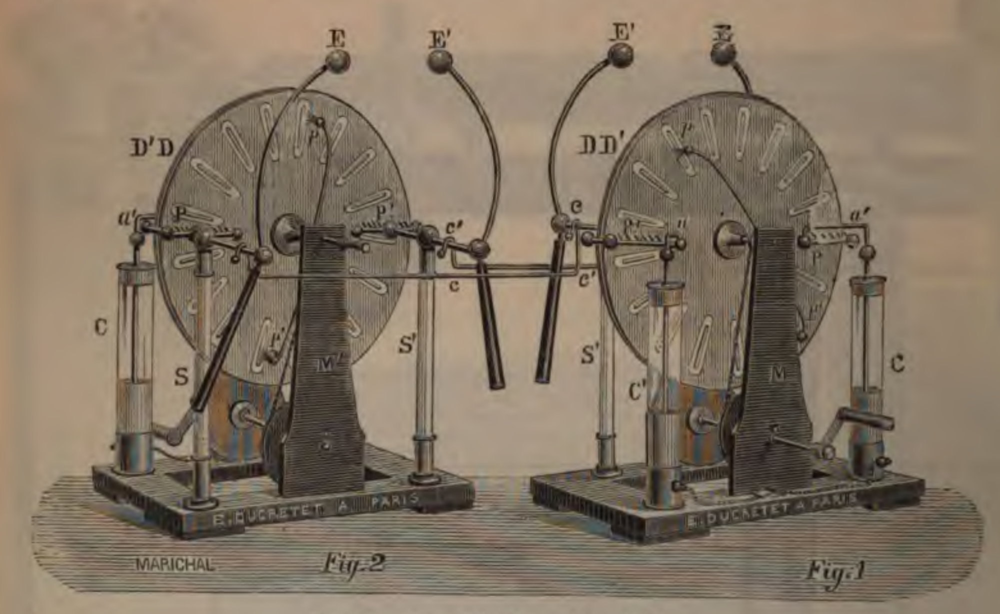


Fig. 594. — Réversibilité des machines électriques.

plateaux suivant le diamètre horizontal. Deux conducteurs diamétraux, terminés par des balais pp', sont placés à angle droit de part et d'autre des plateaux. La figure 594 montre les deux faces de cette machine. Chaque plateau doit tourner dans un sens tel que les secteurs aillent d'un peigne vers le pinceau le plus voisin.

La théorie de cette machine est analogue à celle de la machine de Voss. Les secteurs de chaque plateau servent à la fois d'inducteurs et d'induits, et les peignes recueillent l'électricité des deux séries de secteurs. Cette machine s'amorce seule.

La figure 593 montre une grande machine de Wimshurst à douze plateaux construite par M. Ducretet et qui figurait à l'Exposition de 1889, où la beauté de ses décharges et la régularité de sa marche, même par les temps les plus humides, faisaient l'admiration des visiteurs.

Machine de Lisser et Benecke. — MM. Lisser et Benecke, de Berlin, construisent depuis peu une machine qui ressemble beaucoup à la précédente. Deux plateaux de verre munis de secteurs d'étain tournent encore en sens contraire. Les conducteurs munis de peignes sont disposés de la même manière, mais les deux conducteurs diamétraux, placés de part et d'autre des plateaux de verre, sont à 25° environ l'un de l'autre. La machine s'amorce seule. Une machine ayant des plateaux de 25 centi-

mètres donne, dit-on, des étincelles de 9 à 11 centimètres.

Machines électriques médicales. — Pour les usages médicaux, la première condition, c'est évidemment d'avoir une machine qui ne craigne pas l'humidité et qui puisse fonctionner par tous les temps. La machine de Carré est celle qu'on emploie le plus souvent; le modèle représenté par la figure 591 est disposé à cet effet; une tige métallique met le gros conducteur en communication avec le tabouret isolant. A côté de la machine sont figurés les divers excitateurs nécessaires. La machine de Wimshurst nous paraît appelée à remplacer celle de Carré dans les applications médicales, car elle donne des décharges plus énergiques, et elle est encore plus insensible à l'action de l'humidité.

Couplage des machines électriques. — Ces machines peuvent être réunies, comme les autres sources d'électricité, en série ou en quantité. Dans le premier cas, on augmente la différence de potentiel et par suite la distance explosive; dans le second, on augmente le débit sans accroître le potentiel.

Réversibilité des machines électriques. — Les machines électriques sont réversibles, comme les machines d'induction. Si l'on porte les deux pôles d'une machine à induction à une différence de potentiel suffisante, elle se mettra à

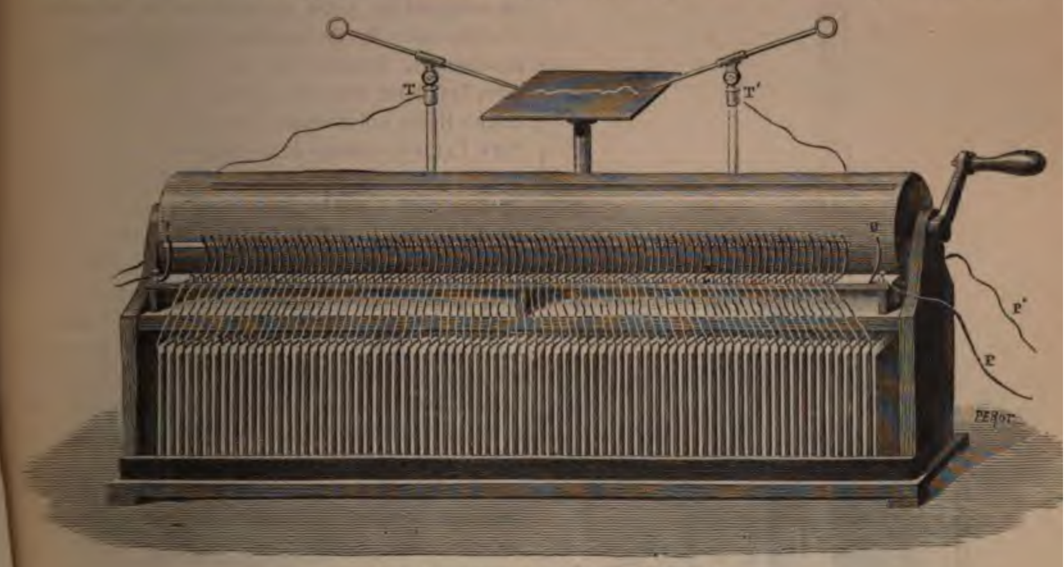


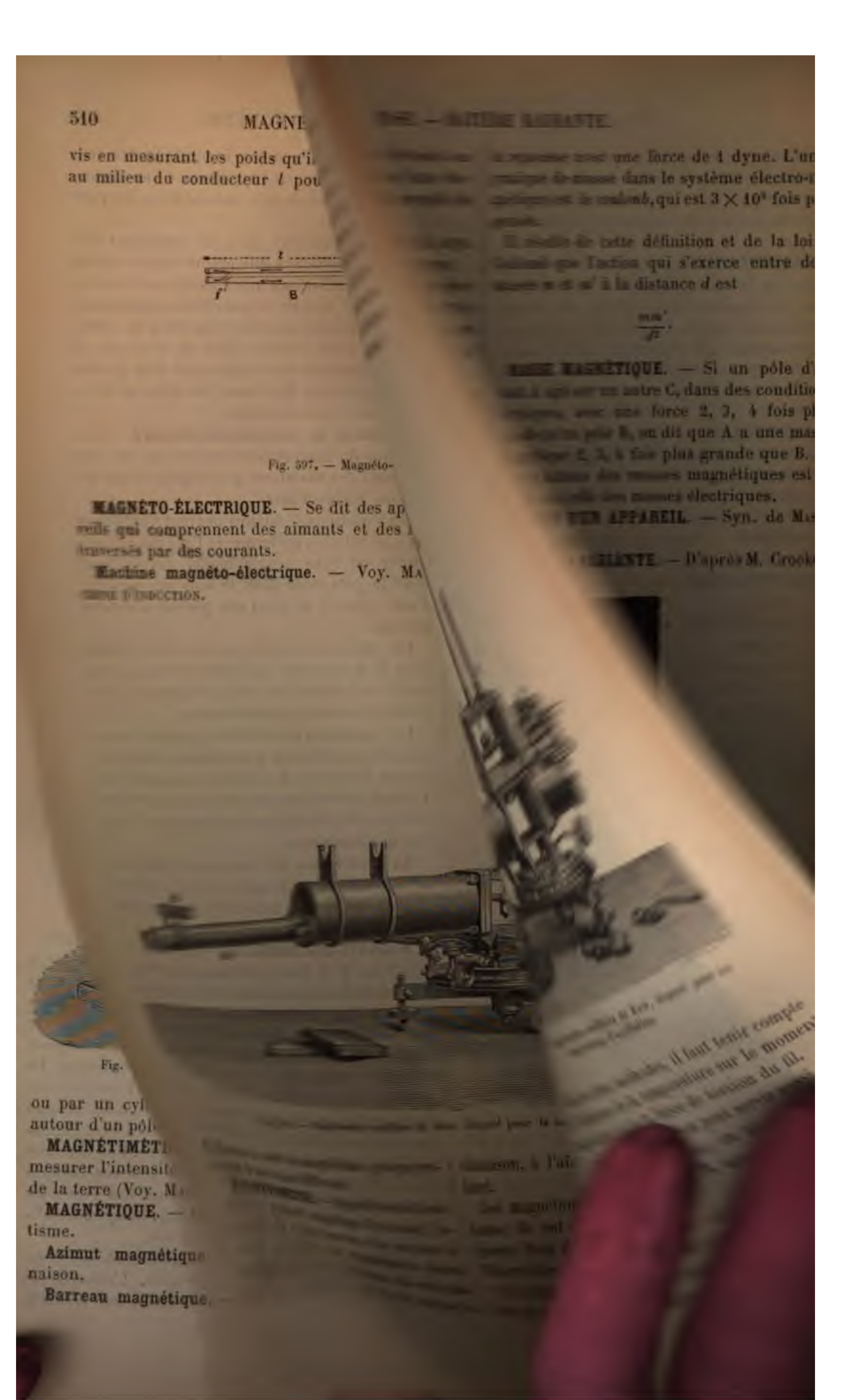
Fig. 595. — Machine rhéostatique de Planté.

tourner. C'est là un procédé pour la transmission de l'énergie. La figure 594 montre deux machines de Wimshurst accouplées pour montrer cette expérience. Les excitateurs sont ouverts pour empêcher les étincelles. Lorsqu'on fait tourner l'une des machines, l'autre se met en mouvement.

MACHINE-OUTIL ÉLECTRIQUE. — Machine-outil mue par un moteur électrique. M. Rowan a construit des riveuses et des perceuses électriques employées en Angleterre.

MACHINE RHÉOSTATIQUE. — Machine imaginée par G. Planté et composée d'un grand nombre de condensateurs, formés chacun d'une lame mince de mica, sur les deux faces de laquelle on a collé des feuilles d'étain (fig. 595). Un commutateur formé d'un cylindre d'ébonite portant des plaques de cuivre et semblable à celui décrit plus haut (Voy. ACCUMULATEUR) permet de grouper les condensateurs en quantité pour la charge et en tension pour la décharge. L'appareil pouvant être chargé très rapidement, il suffit de faire tourner le cylindre d'ébonite à l'aide de la manivelle pour obtenir des étincelles presque continues. Le commutateur en tournant établit au moment voulu les communications, soit avec la pile qui sert à charger la machine, soit avec l'appareil qui doit utiliser la décharge. Une machine de 80 condensateurs, chargée par une batterie de 800 piles secondaires, donne des étincelles de 12 centimètres de longueur. Le cylindre d'ébonite fait 15 tours par seconde.

A l'aide de cette machine, G. Planté a obtenu des résultats fort intéressants. L'étincelle et l'aigrette présentent une forme en crochet,



510 MAGNE — MATIÈRE RADIANTE.

vis en mesurant les poids qu'i
au milieu du conducteur l pou

Fig. 597. — Magnéto-

MAGNÉTO-ÉLECTRIQUE. — Se dit des ap
reils qui comprennent des aimants et des
traversés par des courants.

Machine magnéto-électrique. — Voy. MA
CHINE D'INDUCTION.

Fig.

ou par un cyl
autour d'un pôl

MAGNÉTIMÈT
mesurer l'intensit
de la terre (Voy. M

MAGNÉTIQUE. —
tisme.

Azimut magnétiqu
naison.

Barreau magnétique.

une force de 1 dyne. L'un
dans le système électro-
coulomb, qui est 3×10^9 fois p

Il résulte de cette définition et de la loi
que l'action qui s'exerce entre de
masses m et m' à la distance d est

$$\frac{mm'}{d^2}.$$

MASSE MAGNÉTIQUE. — Si un pôle d'
agit sur un autre C, dans des conditio
avec une force 2, 3, 4 fois pl
pour B, on dit que A a une mas
2, 3, 4 fois plus grande que B.
des masses magnétiques est
des masses électriques.

APPAREIL. — Syn. de MA

RADIANTE. — D'après M. Crook

il faut tenir compte
température sur le momen
de torsion du fil.

nce; le diamagnétisme est attribué à une e analogue, mais les pôles se forment en inverse; il tend alors à se former un pôle d en face du pôle nord de l'électro-aimant n pôle sud en face du pôle sud.

AGNÉTISME. — On désigne sous ce nom ide des propriétés des aimants. Ce mot t du mot *magnes*, par lequel les anciens dé-aient les aimants, parce qu'on trouva les miers aimants naturels près de la ville de gnésie. La théorie du magnétisme est ana-ue à celle de l'électricité; on en trouvera les ncipales parties aux mots AIMANT, FORCE, X, FEUILLET, etc.

Magnétisme de rotation. — Voy. INDUCTION E LES MASSES MÉTALLIQUES.

Magnétisme rémanent. — Aimantation qui siste dans un morceau de fer doux qui a été nanté par influence. C'est le magnétisme ré-nent qui sert à amorcer les dynamos auto-itatrices.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — Action du be terrestre sur les aimants. La direction de tte action est indiquée par la mesure de la clinaison et de l'inclinaison (Voy. ces mots). n intensité (Voy. CHAMP TERRESTRE) se déter-ine à l'aide d'instruments tels que le cercle de rrow et les magnétomètres (Voy. ces mots). valeur de ces divers éléments à Paris était, 1er janvier 1889 :

Déclinaison	15°47'4
Inclinaison	65°13'7
Composante horizontale	0,19508
Composante verticale	0,42275
Champ total	0,46559

Les éléments du magnétisme terrestre va-rient d'un lieu à un autre suivant une loi com-pliquée.

La variation dans l'année 1888 a présenté pour chacun d'eux les valeurs suivantes :

Déclinaison	−4',7
Inclinaison	−1',0
Composante horizontale	+0,00028
Composante verticale	+0,00030
Champ total	+0,00039

On peut, dans une première approximation, assimiler la distribution du magnétisme à celle que produirait un aimant infiniment petit placé au centre de la terre et qui ferait un angle d'en-viron 15° avec la ligne des pôles. Cette hypo-thèse peut être remplacée par celle de deux couches de glissement, c'est-à-dire de deux cou-ches sphériques uniformes ayant des densités égales, mais de signes contraires, et qui, d'abord superposées, se sépareraient en glissant d'une petite quantité, l'une vers le nord, l'autre vers le sud, ou encore par l'hypothèse d'une aiman-tation uniforme dirigée suivant l'axe du petit aimant.

Gauss a démontré que, en supposant les masses magnétiques qui produisent le champ terrestre distribuées d'une manière quelconque, les lignes de niveau ou parallèles magnétiques sont représentées par des formules à 24 coeffi-cients. Il suffit donc de faire 24 observations pour déterminer ces formules, et l'on pourra connaître ensuite facilement les éléments d'un point quelconque du globe.

Variations du magnétisme terrestre. — Les éléments du magnétisme terrestre en un lieu subissent des variations périodiques et des va-riations accidentelles.

Les variations séculaires peuvent s'expliquer par une rotation uniforme de l'axe magnétique autour de l'axe géographique, qui se ferait pour le pôle nord dans le sens des aiguilles d'une montre, et dans une période d'environ 900 ans.

Les variations diurnes paraissent en relation avec le mouvement apparent du soleil, de la lune, etc.; leurs lois sont peu connues; elles portent surtout sur la déclinaison.

Les variations accidentelles, appelées *orages magnétiques*, affectent à la fois une grande par-tie de la surface terrestre, et paraissent en rapport avec les aurores boréales et les taches solaires. Ces variations sont étudiées à l'aide des magnétomètres.

La terre exerce sur un courant mobile une action directrice analogue à celle qu'elle pro-duit sur un aimant. Cette action sera indiquée à l'article SOLÉNOÏDE.

MAGNÉTO-DYNAMOMÈTRE. — Appareil in-venté par M. E. Gérard, de Liège, et servant, comme l'inductomètre décrit plus haut, à l'ex-ploration d'un champ magnétique.

Il se compose d'un conducteur A, (fig. 597) mobile autour d'un axe O, équilibré par un con-tre-poids P et traversé sur une partie de sa lon-gueur par un courant d'intensité connue i. Ce courant est mesuré par un ampèremètre et amené par les fils flexibles ff'. Si h est la com-posante de l'intensité du champ normale au plan de déplacement du conducteur, la force électromagnétique exercée sur ce dernier est :

$$f = ilh$$

On fait équilibre à cette force par un ressort R fixé au conducteur mobile, et sur lequel agit la vis micrométrique V. On fait la tare de cette

vis en mesurant les poids qu'il faut appliquer au milieu du conducteur l pour ramener les tiges A et B au parallélisme dans les divers états de tension du ressort.

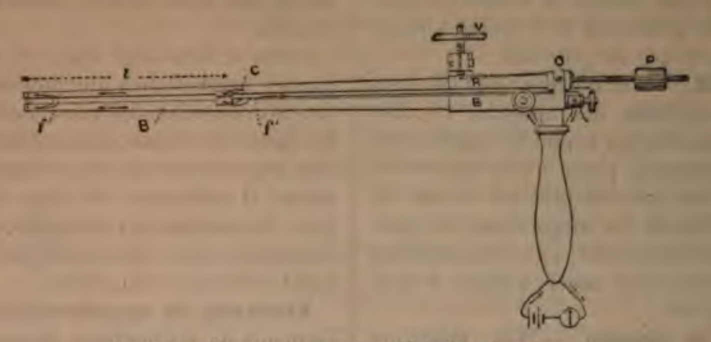


Fig. 597. — Magnéto-dynamomètre. (Evic Gérard, de Liège.)

MAGNÉTO-ÉLECTRIQUE. — Se dit des appareils qui comprennent des aimants et des fils traversés par des courants.

Machine magnéto-électrique. — Voy. MACHINE D'INDUCTION.

MAGNÉTOGÈNE. — Qui produit des effets magnétiques.

MAGNÉTOGRAPHE. — Voy. MAGNÉTOMÈTRE ENREGISTREUR.

MAGNÉTOIDE. — Se dit des effets qui sont

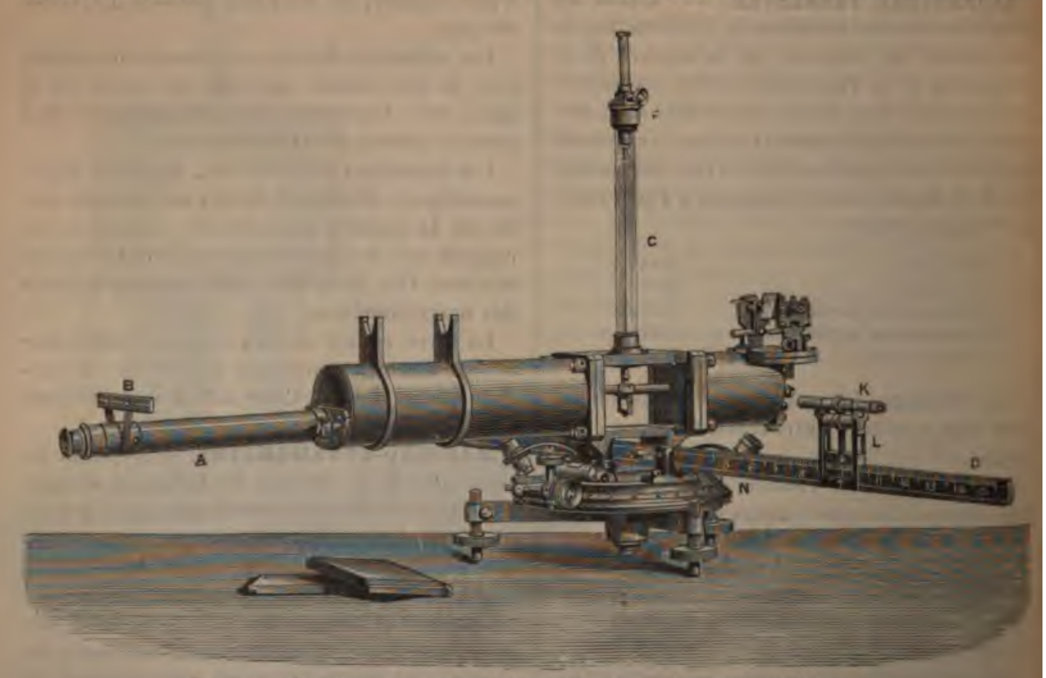


Fig. 598. — Magnétomètre unifilaire de Kew, disposé pour la méthode de déviation.

analogues à ceux du magnétisme, quoique provenant d'une cause différente.

MAGNÉTOMÈTRE. — Appareil servant à mesurer le moment magnétique d'un aimant, l'intensité du champ terrestre et les variations de cette intensité. Les magnétomètres peuvent même donner la déclinaison, mais cette quantité se mesure le plus souvent, ainsi que l'inclinaison, à l'aide des boussoles décrites plus haut.

Les magnétomètres ont été imaginés par Gauss; ils ont été perfectionnés depuis cette époque. Nous décrirons le modèle en usage à l'Observatoire de Kew.

Cet instrument peut être disposé pour la méthode de déviation ou pour celle des oscillations

ces mots). Dans le premier cas, il est
ué comme le représente la figure 598.
nt est suspendu par un faisceau de fils
on C, portant un étrier; on a d'abord
les fils en plaçant pendant un certain
dans l'étrier, au lieu de l'aimant, une
circulaire en laiton E (fig. 598). On rem-
nsuite cette pièce par l'aimant; une tête
sion, qui peut être élevée ou abaissée à
d'une crémaillère F, supporte les fils de
L'aiguille porte un miroir, dans le-
n vise avec la lunette A l'image de l'é-
B.

nant étant dans le méridien, et l'image du
e l'échelle étant en coïncidence avec le
e vertical de la lunette A, on place sur le
t L, porté par la règle de laiton graduée D,
nt déviant K, et l'on tourne la lunette A de
à mesurer sur le cercle gradué horizon-
muni de verniers, la déviation α de l'ai-
mobile. Si d est la distance du centre des
ux, M le moment du barreau K, et H la
sante horizontale du champ terrestre.

$$d^3 \operatorname{tg} \alpha = 2\frac{M}{H}.$$

peut recommencer la mesure en retour-
'aimant K, en le faisant passer de l'autre
e l'aimant mobile, et enfin en fai-
arier la distance d.

igure 599 représente le magnéto-
disposé pour la méthode des oscil-
s.

lunette, l'échelle, la règle de dé-
n et l'appareil de torsion sont enle-
remplacés par une autre lunette
appareil de torsion DPH et une
à aimant A. Dans cette boîte, on
nd l'aimant K, qui servait dans
e disposition à dévier l'aimant mo-
Cet aimant K est formé d'un tube
r aimanté portant à l'une de ses
mités une graduation photographiée
erre et à l'autre un collimateur.
ette disposition, l'image de la graduation
au foyer de la lunette.

tourne d'abord la lunette jusqu'à ce que
e de la division coïncide avec le réticule,
n compte, à l'aide d'une horloge battant
onde, le nombre d'oscillations produites
un temps déterminé.

a alors, A étant le moment d'inertie du
u,

$$MH = \frac{\pi^2 A}{t^2}.$$

Ces deux méthodes permettent donc de déterminer M et H.

Dans la méthode des oscillations, une correction doit être faite, si l'horloge avance ou retarde. Dans la méthode de déviation, il faut tenir compte de la dilatation et des erreurs de graduation de la règle D, de la distribution du magnétisme sur les deux aimants, de l'altération de cette distribution par l'induction mutuelle des aimants, de la variation de la distance et de la direction avec l'angle de déviation.

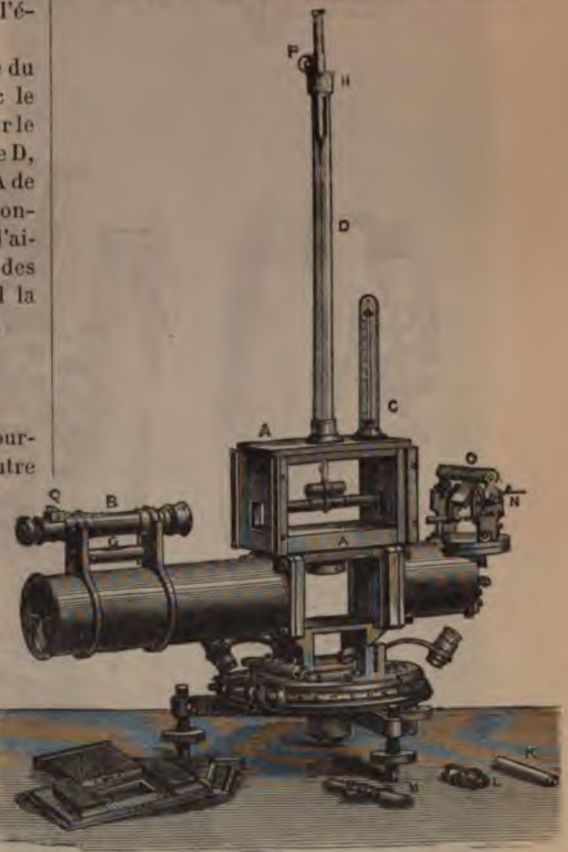


Fig. 599. — Magnétomètre unifilaire de Kew, disposé pour les observations d'oscillation.

Dans les deux méthodes, il faut tenir compte de l'influence de la température sur le moment magnétique et de la force de torsion du fil.

La dernière disposition peut servir aussi à déterminer la déclinaison; on ajoute seulement un petit miroir plan N, appelé miroir des passages.

Trois réglages sont nécessaires pour ce miroir : 1° rendre son axe de rotation horizontal à l'aide du niveau O qui le surmonte; 2° rendre le miroir parallèle à l'axe géométrique de la

tige cylindrique à laquelle il est fixé, ce qui se fait en visant un objet, de sorte qu'il semble coupé en deux parties égales par le réticule v tical, puis retournant l'axe bout pour bout.

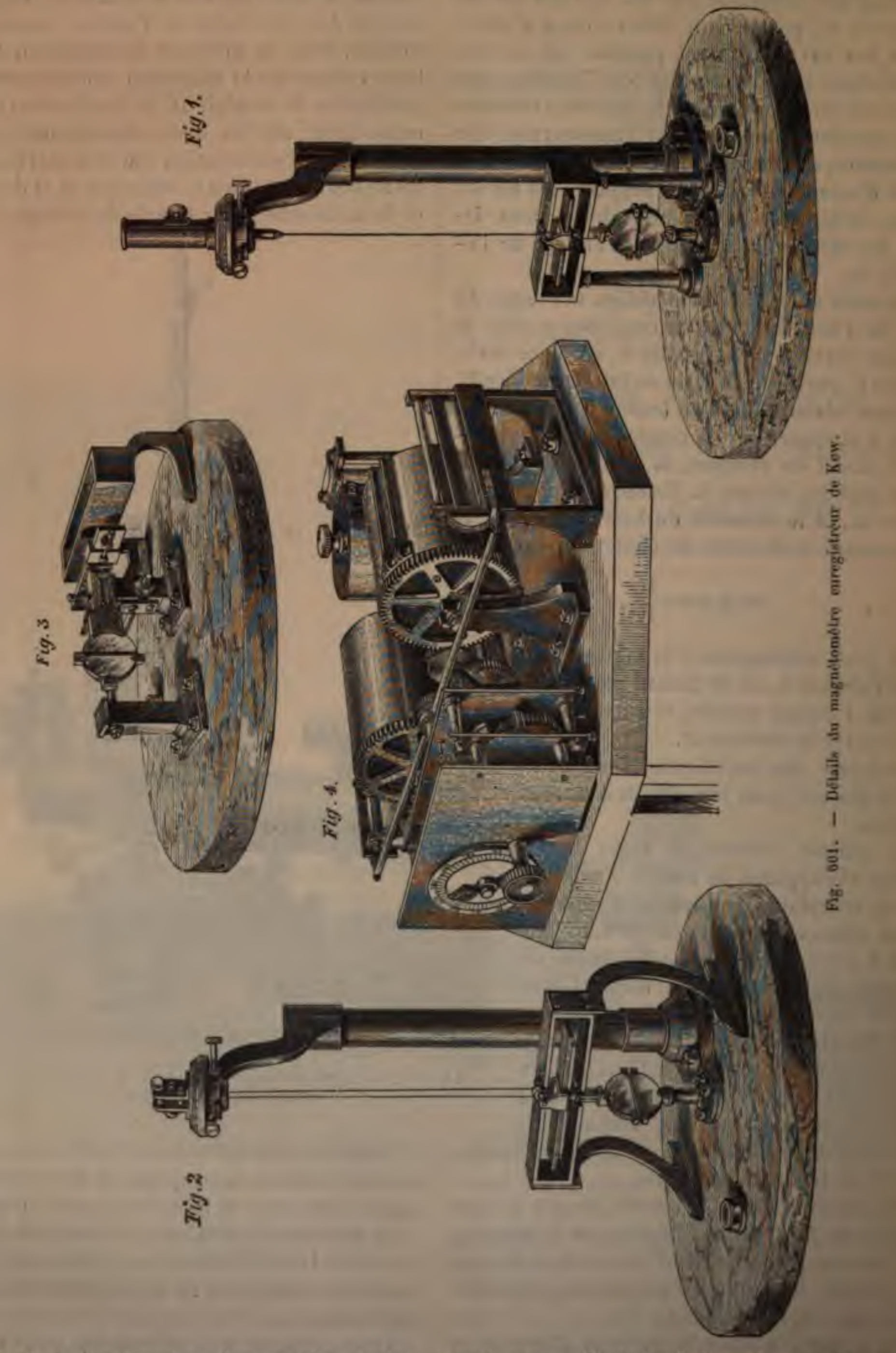


Fig. 601. — Détails du magnétomètre enregistreur de Kew.

l'objet n'est plus coupé en deux parties égales, on change l'inclinaison du miroir à l'aide de la vis de réglage ; 3° rendre l'axe optique de la lunette perpendiculaire à l'axe du miroir, ce q se fait au moyen d'un oculaire collimateur.

Ces réglages faits, on soulève l'aimant à l'ai

aillère, de manière qu'on puisse vi- oir des passages. On vise le soleil par lans ce miroir, et l'on note au chro- moment où chaque bord de l'as- au réticule. Pour éliminer toute s le réglage du miroir, on le re- ses supports et l'on recommence De ces observations et de la con- le l'heure, de la latitude et de la ou déduit la direction du méri- omique. On abaisse ensuite l'ai- on détermine le méridien magné- ne avec une boussole.

mètres bifilaires. — On fait aussi tomètres dans lesquels l'aimant é par une suspension bifilaire. On surtout pour mesurer les varia- ntensité. On tord les fils à la par- ure jusqu'à ce que la torsion le barreau dans un plan perpen- méridien magnétique. Si la com- rizontale du champ vient à dimi- rsion l'emporte, et la déviation Si la composante horizontale la déviation diminue. Cette dis- t employée dans le magnétomètre r de Kew, décrit plus loin.

mètres balances. — Ces instru- servent à mesurer les variations osante verticale, sont formés d'un pporté, comme un fléau de ba- un couteau reposant sur un plan lesté par des pièces non magné- ır rendre l'équilibre stable ; un ls est appliqué sur le côté sud du our le ramener à l'horizontalité. osante verticale du champ vient à fléau s'incline dans un sens ou re.

mètres enregistreurs. — Ces ap- rvent à inscrire les variations horaires des éléments magnéti- miroir, fixé à l'aimant mobile, rayon de lumière venant d'une une bande de papier photographi- par un mouvement d'horlogerie. ordinairement la déclinaison, la e horizontale et la composante

es 600 et 601 représentent l'appa- é à l'observatoire de Kew. Le mou- orlogerie (4) est placé dans une ois au centre de l'appareil ; deux cy- rizontaux, dont la surface est recou- papier sensible, reçoivent, par des tubes de bois, la lumière réfléchie par les miroirs des aimants qui enregistrent la déclinaison (1) et la force horizontale (2). Le premier

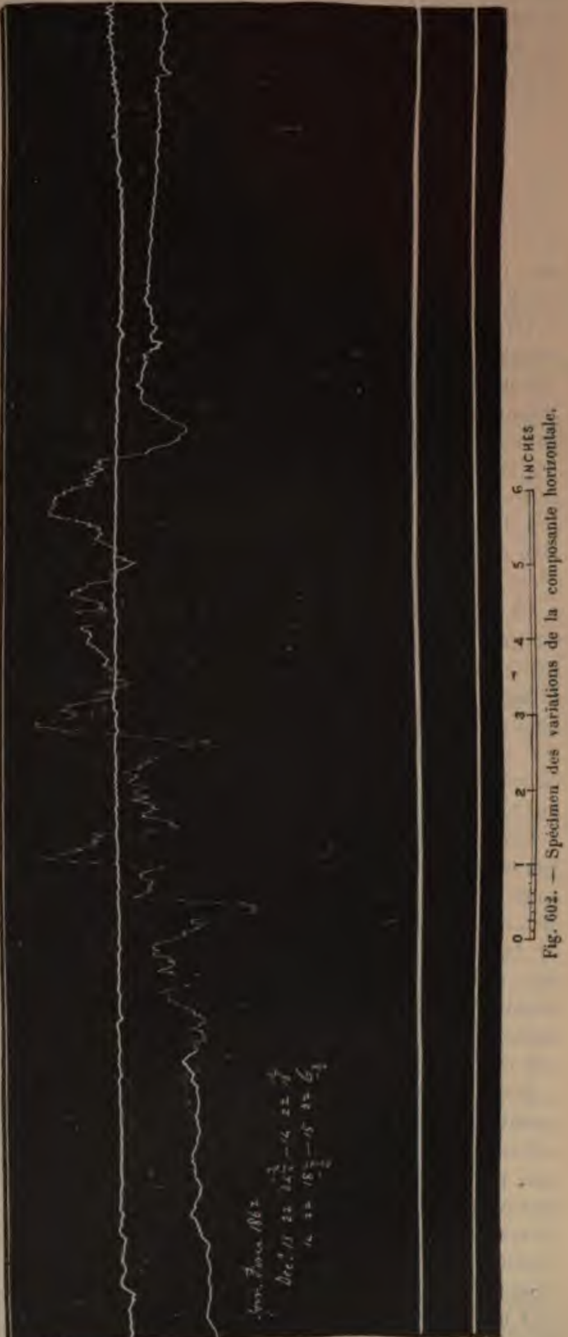


Fig. 602. — Spécimen des variations de la composante horizontale.

de ces aimants est suspendu par un seul fil de cocon. Il est placé sur un bloc de pierre massif. Le miroir est coupé en deux moitiés, dont l'une

est suspendue à l'aimant et l'autre fixée au-dessous. Cette dernière moitié donne un rayon réfléchi de direction fixe, dont l'angle avec le méridien est connu, et qui sert de repère. Un écran, mû par l'horloge, intercepte la lumière du miroir fixe pendant une ou deux minutes toutes les deux heures. On a ainsi une vérification de la marche de l'horloge.

Les variations de la composante horizontale sont enregistrées par l'aimant (2), que supporte une suspension bifilaire. Cette suspension est formée par un fil d'acier dont les deux bouts sont fixés à une vis horizontale perpendiculaire au méridien. Ce fil supporte une poulie à laquelle est attaché l'aimant.

Quand la composante horizontale varie, l'aimant tourne dans un sens ou dans l'autre. La valeur de cette composante, pour une position donnée de l'aimant, se détermine par des expériences d'oscillation. Les mouvements sont enregistrés sur l'autre cylindre tournant. Un demi-miroir fixe fournit encore une ligne de repère. Les distances de la courbe à cette ligne peuvent être considérées comme proportionnelles à la force pour de petites variations.

La figure 602 montre les variations de la composante horizontale pour deux jours consécutifs, le premier ayant donné des changements ordinaires et le second une violente tempête magnétique. Pour deux jours à variations ordinaires, les tracés ne se coupent pas. On n'a pas figuré les interruptions de la ligne des repères qui ont lieu toutes les deux heures.

Enfin la composante verticale est indiquée par un barreau (3), monté sur un axe garni de couteaux et reposant sur des plans d'agate (Voy. MAGNÉTOMÈTRE BALANCE), et ramené par un poids de laiton dans une position presque horizontale. Si la composante verticale augmente, l'aimant se rapproche de la verticale. L'enregistrement se fait comme pour les autres pièces, mais sur un cylindre à axe vertical (fig. 601, 4).

Pour éviter les courants d'air, les trois aimants sont placés dans le vide. Chaque aimant est muni d'une lunette et d'une échelle divisée qui permettent l'observation directe. Les valeurs mesurées sur les courbes doivent être corrigées pour la température. Aussi les variations de la température sont-elles enregistrées d'une manière continue. Un thermomètre est fixé dans une fente d'un écran, d'un côté duquel est une lumière, et de l'autre un tambour couvert de papier sensible. La lumière est arrêtée par le mercure, mais elle traverse le haut du tube et impressionne le papier.

MAGNÉTO-PARLEUR. — Petit apparei[l] [té]légraphie militaire, imaginé par M. W[...] bruck, et transmettant des signaux d[...] espèces, comme le télégraphe Morse. L[...]



Fig. 603. — Manomètre avertisseur de la pressi[on]

metteur est analogue au téléphone Gow[er] récepteur est un téléphone ordinaire. L[...] que du transmetteur est bombée; on pe[ut] baisser à l'aide d'une clef Morse ou lui

rendre sa position. Ces deux mouvements sent dans le récepteur deux sons distincts. t d'un fil de ligne ; le retour se fait par la au moyen d'un sabre qu'on enfonce dans

NÉTOPHONE. — Appareil formé d'un de fer percé de deux rangées de trous ; es rangées a, par exemple, deux fois plus s que l'autre. On intercale ce disque en- aimant et deux bobines placées dans un avec un téléphone. En tournant le dis- n entend dans le téléphone un accord e.

LLECHORT. — Alliage formé de 50 p. de 25 de nickel et 25 de zinc. Il est sou- nployé pour la fabrication des bobines stance, parce que sa résistance varie très ec la température.

CHON. — Petit tube servant à réunir les ités de deux fils de ligne (Voy. ce mot).

IPULATEUR. — Organe transmetteur légraphe (Voy. Télégraphe).

IPULATION. — Action de transmettre à lu manipulateur. Désigne aussi la ma- le transmettre ; ainsi on dit : avoir une ou une mauvaise manipulation.

IPULER. — Transmettre à l'aide du ma- eur.

OMÈTRE-AVERTISSEUR DE LA PRES- U GAZ. — Indicateur imaginé par M. L. pour avertir lorsque la pression du gaz rage tend à sortir des limites fixées. Cet eur est formé d'un petit gazomètre qu'on intercale sous la conduite, au point où l'on veut mesurer les changements de pression (fig. 603). La cloche du gazomètre est suspendue à une corde qui passe sur une poulie ; elle est soute- nue par un contre-poids. L'axe de la poulie porte deux aiguilles folles sur cet axe, mais qui sont soutenues par deux goupilles fixées à la poulie. Lorsque la pression sort des limites voulues, le mouvement de la poulie fait descendre l'une des aiguilles qui vient plonger dans un godet de mercure. L'une des aiguilles envoie des cou- rants positifs, l'autre des courants négatifs, qui agissent sur un récepteur analogue à un galva- nomètre. En même temps une sonnerie ap- pelle l'attention de la personne chargée du contrôle.

MARÉGRAPHE. — Appareil enregistrant les hauteurs des marées. Voy. Fluviographe.

MARTEAU-PILON ÉLECTRIQUE. — Appareil dont le marteau glisse dans l'intérieur d'une série de bobines superposées, dont les extré- mités sont reliées aux touches d'un collecteur circulaire. Les deux pôles de la source sont re- liés à deux ressorts qui frottent sur ces tou- ches, quand on tourne une double manivelle ; on peut donner à ces deux ressorts un angle variable, de manière à intercaler dans le circuit un nombre plus ou moins grand de bobines. En donnant à la manivelle un courant circu- laire alternatif, on fait monter et descendre le marteau. Un courant de 43 ampères peut déve- lopper un effort de 70 kilogrammes.

MASCARET ÉLECTRIQUE. — Nom donné par





Fig. 604. — Mascaret électrique.

nté à une expérience dans laquelle il l'électrode positive d'une puissante bat- condaire contre les parois d'un vase plein alée, dont le liquide communique avec le gatif. On observe alors, outre des sillons eux et des jets abondants de vapeur, un violent remous de liquide qui élève l'eau à 1,5 centimètre au-dessus de son niveau. Si le flux rencontre sur certains points des inégalités de résistance, il peut se diviser et faire naître deux ou trois monticules aqueux (fig. 604).

MASSAGE ÉLECTRIQUE. — Massage effectué

à l'aide d'un rouleau qui sert d'électrode à un appareil magnéto-faradique, dont l'autre électrode est appliquée en un point convenable du corps.

MASSE. — Quantité de matière d'un corps. L'unité de masse est la masse du gramme.

Masse d'un appareil. — Ensemble des pièces métalliques non isolées d'un appareil. *Perte à la masse* signifie qu'un conducteur est en communication avec la masse de l'appareil et par suite avec le sol.

MASSE ÉLECTRIQUE. — Charge d'un corps électrisé. On dit que la masse électrique d'un corps devient 2, 3, 4 fois plus grande lorsque, dans des conditions identiques, son action mécanique devient 2, 3, 4 fois plus grande. L'unité de masse, dans le système électro-statique, est la masse que doit posséder une petite sphère pour que, agissant sur une sphère égale, également chargée et placée à 1 centimètre, elle la repousse avec une force de 1 dyne. L'unité pratique de masse dans le système électro-magnétique est le *coulomb*, qui est 3×10^9 fois plus grande.

Il résulte de cette définition et de la loi de Coulomb que l'action qui s'exerce entre deux masses m et m' à la distance d est

$$\frac{mm'}{d^2}.$$

MASSE MAGNÉTIQUE. — Si un pôle d'aimant A agit sur un autre C, dans des conditions identiques, avec une force 2, 3, 4 fois plus grande qu'un pôle B, on dit que A a une masse magnétique 2, 3, 4 fois plus grande que B. La loi des actions des masses magnétiques est la même que celle des masses électriques.

MASSIF D'UN APPAREIL. — Syn. de MASSE D'UN APPAREIL.

MATIÈRE RADIANTE. — D'après M. Crookes, lorsque la raréfaction dans un tube à vide est poussée bien au delà du degré où les effets lumineux se produisent le mieux, le résidu gazeux se montre doué de tant de propriétés nouvelles qu'il croit pouvoir dire que le gaz est alors dans un quatrième état ou état ultra-gazeux. Il donne à cette matière le nom de matière radiante. Les différences entre cet état et l'état gazeux seraient plus grandes qu'entre l'état liquide et l'état solide. La pression à laquelle ces phénomènes se manifestent le mieux est d'environ un millionième d'atmosphère. Dans ce cas, les molécules gazeuses peuvent parcourir en ligne droite des longueurs comparables aux dimensions du récipient sans rencontrer d'autres molécules.

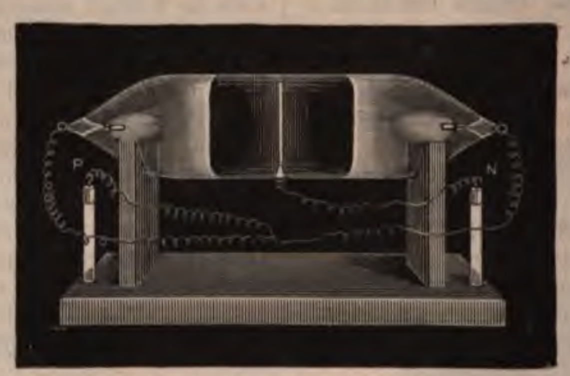


Fig. 605. — Espace obscur autour du pôle négatif.

M. Crookes a constaté les propriétés suivantes.

Lorsque le vide est poussé assez loin, l'espace obscur qui environne le pôle négatif augmente notablement. La figure 605 représente un tube qui contient au milieu un disque métallique en communication avec le pôle négatif et à chaque bout une électrode positive; l'espace obscur s'étend à 2,5 millimètres de chaque côté du disque négatif.

La matière radiante produit de la lumière lorsqu'elle rencontre un corps quelconque. Un grand nombre de corps deviennent ainsi phosphorescents et présentent des couleurs très variées.

La matière radiante se meut en ligne droite. Si l'on prend un tube en forme de V, ayant les électrodes aux deux extrémités, la branche qui contient l'électrode négative est tout entière inondée de lumière verte; mais cette lumière s'arrête brusquement à la partie inférieure et ne pénètre pas dans l'autre branche. Soient deux boules A et B (fig. 606), la première ayant

vide de quelques millimètres de mercure, la seconde un millionième d'atmosphère. A chacune d'elles on attache le pôle négatif en *a*, où se trouve une petite coupelle un peu con-



Fig. 606. — La matière radiante se meut en ligne droite.

, puis on attache successivement le pôle if en *b*, *c*, *d*. Dans la boule A, la ligne de lumière violette qui joint les deux pôles se déplace aussi et choisit le chemin le plus court

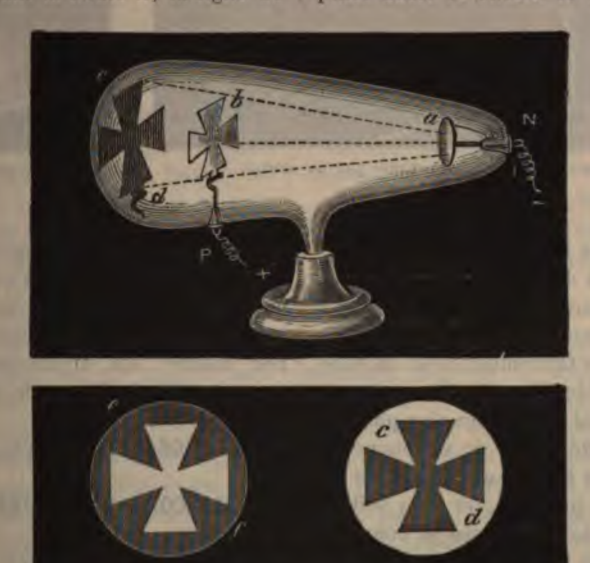


Fig. 607. — Ombres produites par la matière radiante.

aller de l'un à l'autre. Il n'en est pas même dans la boule B; les rayons vont toujours frapper la paroi opposée en y produisant une plaque circulaire de lumière

verte, et le reste de la boule est obscur.

La matière radiante est arrêtée lorsqu'elle rencontre un corps solide, et une ombre se trouve projetée en arrière. Ainsi, le pôle négatif étant en N (fig. 607), et une croix découpée dans une feuille d'aluminium se trouvant en *b*, on voit l'ombre noire de la croix se dessiner sur le fond lumineux du tube. De plus, les parties du tube qui ont été frappées par la matière radiante sont devenues moins sensibles à son action, de sorte que, si l'on fait tomber la croix, qui est montée à charnière, l'ombre *cd* se change brusquement en une croix lumineuse *ef*, parce que le reste du tube ne peut plus donner qu'une faible phosphorescence. Après un certain temps de repos, le verre recouvre en partie sa propriété, mais il ne redevient jamais aussi sensible.

La matière radiante exerce une forte action mécanique sur les corps qu'elle frappe; si ce corps est facile à mettre en mouvement, il obéira à cette impulsion. Le tube représenté fig. 608 contient un petit moulinet à larges palettes de mica, qui peut se mouvoir sur deux rails de verre. Ce moulinet se met en marche dès qu'on relie les électrodes à la bobine d'induction, et va du pôle négatif au pôle positif; si l'on change le sens du courant, le moulinet s'arrête et repart en sens inverse.

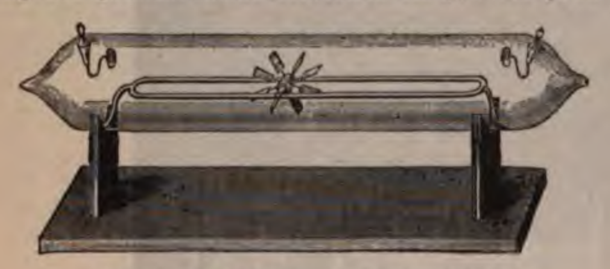


Fig. 608. — Action mécanique de la matière radiante.



Fig. 609. — Déviation de la matière radiante par un aimant.



Fig. 610. — Chaleur produite par la matière radiante.

La matière radiante est déviée par les aimants; on le constate facilement avec un tube (fig. 609) qui a le pôle négatif à l'une de ses extrémités, et est garni d'un écran phosphorescent sur la plus grande partie de sa longueur. Il suffit de placer sous le tube un aimant ou un électro-aimant assez puissant, et l'on voit la ligne lumineuse tracée sur l'écran se courber, et onduler comme une baguette flexible, quand on fait varier la position de l'aimant.

Enfin la matière radiante échauffe fortement les corps qu'elle frappe. M. Crookes le démontre à l'aide d'une boule de verre (fig. 610) dans laquelle le pôle négatif est concave. Les rayons convergent sur l'extrémité d'un morceau de platine-iridium qui acquiert un éclat presque impossible à soutenir et finit même par fondre. En approchant un aimant, les rayons sont déviés, et le platine cesse d'être rouge.

MÉGALOSCOPE. — Voy. ÉLECTRO-MÉGALOSCOPE.

MÉGASCOPE ÉLECTRIQUE. — Voy. ACTINOSCOPE.

MÉGAVOLT. — Multiple du volt valant un million de fois cette unité.

MÉGOHM. — Multiple valant un million d'ohms.

MÉLANGE. — Dérangement produit par le

ct de deux ou plusieurs fils (Voy. DÉRAN-r).

LOGRAPHE. — Instrument imaginé par rpentier pour enregistrer un morceau de ue exécuté sur un piano.

mélographe peut s'adapter à tous les sans les détériorer, car il constitue un eil à peu près indépendant, dont la pièce pale est une sorte de récepteur Morse autant de leviers qu'on veut utiliser de s, par exemple 37 pour 3 octaves. Ce ré-r est commandé par un transmetteur, introduit dans le petit espace vide qui se sous les touches, et qui est formé d'une ette portant une série de ressorts dont se place sous une touche. Lorsqu'on haque ressort s'abaisse et se relève avec che correspondante, établissant un con-autant plus prolongé que la touche reste ême plus longtemps enfoncée.

registrement se fait sur une bande de entraînée uniformément par un petit r électrique, commandé par six accumu-; le mouvement de ce moteur est rendu ment régulier par un volant et un appa-force centrifuge; la vitesse du papier est ron 3 mètres par minute.

papier passe sous un cylindre à gorges, rme comme une série de molettes sans enduites d'encre oléique par un rouleau à la partie supérieure. Au-dessous du se trouvent, sous chacune des molettes, rie de styles commandés chacun par un électro-aimant. Ces électros sont réunis ment aux ressorts de contact par un ble à trente-huit conducteurs, le dernier t de retour commun. Chaque fois qu'on sur une note, l'électro-aimant corres-nt attire son armature et le style appuie ier sur la molette, produisant un trait u moins long. La largeur du papier est entimètres, ce qui fait 3 millimètres pour note. Chaque note est donc représentée trait dont la position par rapport aux du papier correspond à sa hauteur, tandis longueur correspond à sa durée.

arpentier a complété cette invention par 'un *perforateur* et d'un *mélotrope* qui per-t de reproduire automatiquement les ux enregistrés par le mélographe. Nous erons pas sur ces appareils qui n'ont lectrique; le lecteur pourra en trouver la tion dans la *Nature* (nº 734, 25 juin 1887).

BRANE. — Plaque vibrante d'un télé-ou d'un microphone.

MÉRIDIEN MAGNÉTIQUE. — Plan vertical ayant pour trace la ligne des pôles d'une aiguille aimantée mobile dans un plan horizontal. L'angle que fait ce plan avec le méridien astronomique est la *déclinaison;* il se mesure à l'aide des boussoles (Voy. ces mots).

MESURES ÉLECTRIQUES. — Les mesures électriques peuvent se faire directement ou indirectement; dans le premier cas, on mesure la quantité cherchée elle-même; dans le second, on déduit sa valeur de la mesure de quantités auxquelles elle est liée par des formules connues.

Les principales mesures qu'on a à faire en électricité sont les mesures d'intensité, de force électromotrice, de capacité, de résistance, etc. On trouvera à chacun de ces mots les méthodes qui s'y rapportent. Nous donnerons seulement ici quelques indications générales.

Lorsqu'on a souvent à effectuer des mesures électriques, il est commode d'avoir une installation permanente qui, avec quelques petits changements, se prête à tous les besoins. Tel est le but de la table de mesures (fig. 611), construite par la maison Bréguet, et qui permet de mesurer la résistance des conducteurs et des piles, la capacité des câbles et des condensateurs, l'isolement des conducteurs, la force électromotrice des sources d'électricité, l'intensité des courants. Cette table comprend

A. Un galvanomètre Thomson (1), avec son échelle de réflexion (2), et son shunt (10) permettant de diviser jusqu'à $\frac{1}{1000}$ le courant qui doit le traverser.

B. Une caisse de résistances avec pont de Wheatstone (6).

C. Deux autres caisses simples de résistances (7 et 8), dont l'une (8) de 100,000 ohms.

D. Un condensateur (14), dont la capacité est de $\frac{1}{3}$ de microfarad.

E. Divers appareils accessoires, tels que commutateur multiple (3), inverseur de courant (4), commutateurs d'expériences (5 et 5 *bis*), clef à double contact successif (13), clef de décharge (12), clef de court circuit (11), prises de courant (9 et 9 *bis*), etc. Tout est disposé de sorte qu'on puisse, par une simple manœuvre de chevilles, réaliser toutes les combinaisons nécessaires.

Les piles sont supposées montées en dehors de la table, et leurs fils aboutissent aux diverses touches du commutateur multiple, qui permet de prendre à volonté de 1 à 8 éléments en ten-

ourant passe ensuite dans l'inver-
dans le commutateur d'expérience,
, suivant la position des chevilles,
t de Wheatstone ou dans le circuit

premier cas, on fixe sur la prise de
la résistance que l'on a à introduire
STANCE); le courant va ensuite au
re par la clef à double contact (13),
teur d'expérience spécial (5 *bis*), le
et la clef de court circuit (11). La
t à envoyer d'abord le courant dans
uit du pont, et rend ainsi plus juste
lecture au galvanomètre.

UR D'ÉNERGIE OU VOLTAMPÈRE- Voy. COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ.

ISATION. — Opération ayant pour
lre les corps non métalliques assez
s pour recevoir un dépôt métalli-
tallise quelquefois avec une solution
d'argent, mais le plus souvent avec
agine (Voy. GALVANOPLASTIE et ÉLEC-

OCHROMIE. — Production de colo-
iées sur les métaux à l'aide des an-
obili.

OSCOPIE. — Exploration de l'état
s malades par l'application de di-
x; méthode imaginée en 1848 par le

OTHÉRAPIE. — Méthode curative
l'application des métaux. Ce pro-
iné par le Dr Burq, a été étudié par
t, Luys, Dumontpallier. Les rapports
thode avec l'électricité ne sont pas
us pour que nous puissions in-

URGIE ÉLECTRIQUE. — Voy. ÉLEC-
RGIE.

OGRAPHE. — Appareil enregistrant
ons relatives aux principaux phéno-
éorologiques. Il existe un certain
météorographes.

MM. Van Rysselberghe et Schubart,
nne entre Ostende et Bruxelles, se
divers appareils météorologiques
st appliqué, avec de légères modi-
même système de transmission.
ion atmosphérique est enregistrée
mètre à siphon dont les deux bran-
même diamètre, de sorte qu'il suf-
strer les variations de niveau dans
ouverte et de les multiplier par deux.
lix minutes, par exemple, une sonde
ticale descend dans la branche ouverte d'une quantité constante et suffisante pour qu'elle rencontre sûrement le mercure. Ce contact ferme un circuit dont le courant actionne un crayon qui trace un trait continu pendant toute la fermeture.

Voici comment s'obtient ce résultat. Au moment fixé, une horloge fait faire un tour entier, d'un mouvement uniforme, à un cylindre enregistreur vertical, dont l'axe porte deux demi-roues dentées, placées de chaque côté et à des hauteurs différentes, de façon qu'elles puissent engrener successivement avec le haut et le bas d'une roue dentée verticale. Une seconde roue dentée verticale, calée sur le même axe que la première, engrène avec une crémaillère qui commande la sonde d'acier. Cette sonde communique avec le pôle positif d'une pile, dont le pôle négatif est relié au mercure du baromètre par l'intermédiaire de l'électro-aimant qui commande le crayon.

Lorsque le cylindre commence à tourner, la première roue dentée engrène avec l'une des demi-roues et tourne de manière à faire descendre la sonde ; au bout d'un instant, celle-ci rencontre le mercure et ferme le circuit; l'électro-aimant attire son armature, et le crayon qui est fixé au bout de celle-ci, de l'autre côté de son axe de rotation, vient toucher le cylindre et trace un trait.

Quand le cylindre a fait un demi-tour, un interrupteur, placé sur son axe, ouvre le circuit; la première roue dentée, engrenant avec la seconde demi-roue, fait remonter la sonde, et le crayon est écarté du cylindre enregistreur par un ressort.

Lorsque le cylindre est revenu au repos, l'électro-aimant et le crayon, qui sont fixés à un écrou mobile sur une vis verticale, descendent d'une petite quantité, pour que les traits successifs ne se recouvrent pas. Enfin, pour éviter que l'appareil donne des traits d'autant plus longs que la pression est plus faible, les communications sont établies en réalité d'une manière un peu différente : le courant établi par le contact de la sonde et du mercure agit sur un relais qui rompt le circuit d'une pile locale quand le courant général s'établit, et inversement.

Une disposition analogue est appliquée à deux thermomètres dont l'un est maintenu humide ; les indications du premier font connaître la température; comparées avec celles du second, elles donnent l'état hygrométrique.

La pluie est recueillie dans un udomètre formé d'un entonnoir amenant l'eau au-dessus

d'une bascule à augets, qui incline alternativement dans un sens ou dans l'autre, chaque fois qu'il est tombé un millimètre d'eau. Chaque oscillation de la bascule ferme un circuit qui actionne un système enregistreur analogue au précédent.

Dans le météorographe de Théorell, on emploie encore des sondes métalliques, mais leur mouvement est lié à celui de roues portant sur leur circonférence des chiffres en relief. Lorsque la sonde rencontre le mercure du baromètre ou du thermomètre, elle ferme un courant qui arrête sa descente; puis le chiffre qui se trouve au point le plus bas de la roue, et qui correspond précisément à l'observation, s'imprime sur un papier. L'impression se fait à la fois pour toutes les roues.

Dans le météorographe d'Olland, chaque appareil, baromètre à poids, thermomètre métallique, etc., est muni d'une aiguille mobile sur un cadran. Ce cadran porte une série de dents en relief et fait partie du circuit. Au moment des observations, un index parcourt le cadran et vient butter contre l'aiguille mobile. Dans ce moment, l'index touche successivement chacune des dents et envoie autant de courants dans un récepteur analogue à celui du télégraphe à cadran, dont l'aiguille vient par suite prendre la même position que celle du transmetteur.

Nous avons indiqué plus haut (Voy. ENREGISTREUR MÉTÉOROLOGIQUE), d'autres instruments servant à enregistrer les phénomènes météorologiques.

MÉTÉOROLOGIE TÉLÉGRAPHIQUE. — Voy. TÉLÉGRAPHIE.

MÉTHANOMÈTRE ÉLECTRIQUE. — Instrument imaginé par M. Monnier pour faire à distance et automatiquement l'analyse du grisou ou méthane.

MÉTHODE DE DÉVIATION. — Méthode servant à déterminer la composante horizontale H du champ magnétique terrestre et le moment magnétique d'un aimant. On place un barreau de moment magnétique M perpendiculairement au méridien, son centre étant dans ce plan, devant une très petite aiguille, qui est déviée d'un angle α. Si l'aiguille est suffisamment petite, elle peut être considérée comme placée dans un champ uniforme. M' étant le moment de l'aiguille, le moment du couple qui tend à l'écarter de sa position d'équilibre est $\frac{MM'}{R^3}$ à la distance R. On a donc

$$\frac{MM'}{R^3}\cos\alpha = M'H\sin\alpha,$$

ou

$$\frac{M}{H} = R^3 \operatorname{tg}\alpha.$$

Cette méthode, due à Gauss, permet donc de déterminer le rapport $\frac{M}{H}$. On peut aussi placer le barreau dans un plan perpendiculaire au méridien et passant par le centre de l'aiguille. Le moment du couple est alors $2\frac{MM'}{R^3}$.

Si le barreau et l'aiguille ne sont pas infiniment petits, le moment du couple n'est pas exactement $\frac{MM'}{R^3}$. L'expérience montre qu'on a une approximation suffisante en prenant

$$\frac{MM'}{R^3}\left(1+\frac{k^2}{R^2}\right).$$

On élimine k en opérant successivement à deux distances R et R', et l'on a

$$\frac{M}{H} = \frac{R^3 \operatorname{tg}\alpha}{1+\frac{k^2}{R^2}} = \frac{R'^3 \operatorname{tg}\alpha'}{1+\frac{k^2}{R'^2}} = \frac{R'^5 \operatorname{tg}\alpha' - R^5 \operatorname{tg}\alpha}{R'^2 - R^2}.$$

La discussion montre qu'il est avantageux de prendre

$$R' = \frac{4}{3}R.$$

On détermine ensuite le produit MH par la méthode des oscillations, et l'on peut calculer séparément M et H.

MÉTHODE DES OSCILLATIONS. — Cette méthode est fondée sur les lois du pendule : elle consiste à mesurer la durée d'oscillation d'un petit barreau aimanté ou d'une petite aiguille électrique, placés dans un champ sensiblement uniforme.

En faisant osciller un barreau aimanté suspendu par un faisceau de fils de cocon sous la seule action de la terre, on détermine le produit du moment magnétique M de l'aimant par la composante horizontale H du champ terrestre. On a

$$MH = \frac{\pi^2 A}{t^2}$$

A étant le moment d'inertie du barreau par rapport à son axe d'oscillation, et t la durée d'une oscillation. On mesure ensuite $\frac{M}{H}$ par la méthode de déviation, et l'on en tire M et H.

Cette méthode a été appliquée aussi par Coulomb à la vérification de la loi des actions électriques. Une petite balle de sureau est fixée au bout d'une très petite aiguille isolante suspen-

fil de cocon ; l'appareil est placé de- sphère électrisée. L'aiguille attirée ère se met à osciller; la balle de su- ouvant qu'un très petit déplacement, onsidérer la force qui agit sur elle nstante en grandeur et en et le mouvement obéit aux s que celui d'un pendule. On la durée d'oscillation est t et F i produit le mouvement

$$t=\pi\sqrt{\frac{A}{Fl}},$$

ngueur de l'aiguille et A son inertie par rapport au fil de .

DE DE TORSION. — Méthode te à mesurer les forces élec- magnétiques par la torsion étallique ou d'une suspension Voy. BIFILAIRE). La balance de oy. ce mot) est une applica- te méthode.

hode de torsion sert égale- terminer le produit du mo- un aimant par la composante hori- du champ terrestre. On suspend un aimanté par un fil métallique, de soit dans le méridien lorsque le fil rsion, et l'on tord ensuite le fil à la érieure pour faire tourner le barreau a (Voy. MOMENT MAGNÉTIQUE) :

$$MH=K\theta,$$

gle de torsion.

remplace le fil métallique par une bifilaire, on a

$$MH=K'\sin\theta.$$

DE DU MIROIR. — Méthode attribuée orff, et qui sert à mesurer la dévia- aiguille tournant dans un plan hori- mme celle des électromètres, galva- etc.

e suspension de l'aiguille porte un ir concave qui tourne avec elle, et e en face de ce miroir, à la distance de courbure et de part et d'autre de ans le plan vertical, une fente lumi- ne échelle divisée en millimètres, courbée en arc de cercle. L'aiguille epos, le miroir donne sur l'échelle de la fente en vraie grandeur, géné- u-dessus de celle-ci, lorsque l'appa-reil est bien disposé. Si l'aiguille tourne d'un angle α, les rayons lumineux envoyés par la fente sur le miroir n'ayant pas changé de direction, les rayons réfléchis tournent d'un angle 2α. L'image passe de la division a à la

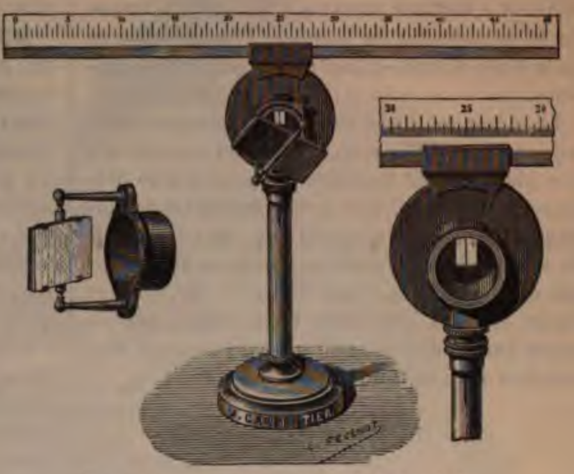


Fig. 612. — Appareil pour la méthode du miroir.

division b. Soit d la distance de la fente au miroir

$$\operatorname{tg} 2\alpha=\frac{b-a}{d}.$$

Les angles qu'on mesure par cette méthode

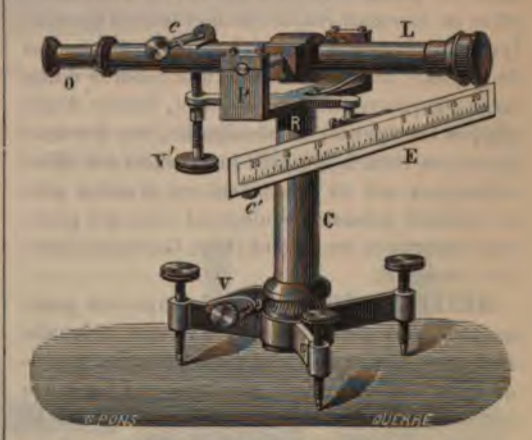


Fig. 613. — Viseur pour la méthode du miroir.

étant toujours très petits, on peut confondre la tangente avec l'arc, et l'on a

$$\alpha=\frac{b-a}{2d}.$$

Une des meilleures dispositions consiste dans l'emploi d'une fente très large, au milieu de

laquelle est tendu un fil vertical opaque, et d'une règle en verre dépoli qu'on observe par derrière (fig. 612). Au lieu de placer une lampe immédiatement derrière la fente, on la dispose latéralement dans une lanterne et l'on dirige la lumière sur la fente à l'aide d'un miroir plan pouvant s'incliner dans tous les sens. L'image du fil se détache en noir sur l'image éclairée de la fente et celle-ci facilite la lecture des divisions.

La même méthode peut être appliquée d'une façon un peu différente. L'aiguille porte un miroir plan, devant lequel on dispose, à une distance quelconque, une petite lunette astronomique L (fig. 613), munie d'une règle divisée E. On règle la lunette pour voir nettement l'image des divisions de la règle. Dans ce cas, c'est le rayon réfléchi qui reste fixe, tandis que le rayon incident tourne d'un angle 2α pour une rotation α du miroir, et l'on a encore

$$\alpha = \frac{b-a}{2d}.$$

Cette dispositisn permet d'augmenter la sensibilité; plus l'appareil est loin du miroir, plus le déplacement $b-a$ est grand pour un même angle α.

Le modèle représenté permet un réglage très rapide.

MÉTHODE POLAIRE. — On nomme parfois méthode polaire ou unipolaire (électrophysiologie et électrothérapie) la méthode d'électrolyse dans laquelle on emploie deux électrodes de surface très différente, l'une formée d'une large plaque recouverte de peau, l'autre d'une plaque très petite, d'une aiguille, etc. De cette façon, on rend à peu près insensibles les effets chimiques qui se produisent au premier pôle en laissant subsister seulement ceux qui prennent naissance au second (Voy. GALVANOCAUSTIQUE CHIMIQUE).

MÈTRE-AMPÈRE. — Unité employée quelquefois pour mesurer l'effort exercé normalement aux lignes de force d'un champ magnétique par un conducteur de longueur l parcouru par un courant d'intensité i; cet effort est kli en mètres-ampères, k étant l'effort lorsque l et i sont égales à 1.

MÉTRONOME ÉLECTRIQUE. — Voy. BATTEUR DE MESURE.

MHO. — Anagramme de ohm, proposé par sir W. Thomson pour représenter l'inverse de l'ohm, c'est-à-dire l'unité de conductibilité. Cette locution n'est pas encore adoptée.

METTRE SUR BOIS. — Tourner la manette d'un commutateur de sorte qu'elle rep le bois, et non sur le plot de contact, af terrompre le courant.

MICRO-ÉLECTROMÈTRE. — Appareil à mesurer de très faibles quantités d'éle

MICROFARAD. — Unité auxiliaire d cité, égale à un millionième de farad.

MICRO-GRAPHOPHONE. — Appareil a au phonographe et au graphophone, i récemment par M. Gianni Bettini. Cet ment (fig. 614) possède à peu près les organes que le phonographe. Un axe, un moteur électrique, tourne uniformé avance en même temps. Il porte un cyli cire sur lequel un style enregistre les s cylindre agit ensuite sur un autre style, reproduire par une membrane vibrante qu'il a enregistrés.

Les modifications qui caractérisent vel appareil portent surtout sur les diaph destinés à agir sur le style ou à vibrer s influence. En effet, dans le phonographe, reproduits présentent toujours un timb tallique et, grâce à la faible amplitude vement vibratoire, ils sont très peu i Dans les derniers modèles, le premie a été éliminé dans une certaine mesu le second est devenu si exagéré qu'il es saire de faire usage de tuyaux acoustiq sont ces deux inconvénients que M. B cherché à faire disparaître par une dis convenable de la membrane et du styl mouvements vibratoires d'une memb phonographe sont assez complexes. I fixé au centre ne recueille que les vi de ce point, et celles-ci sont en outre infl par les ondes de retour des autres po en mouvement.

Pour éviter ce défaut, M. Bettini emp diaphragmes de très petit diamètre, que les premières vibrations n'aient p dire pas à subir l'influence de celles viennent d'une seconde zone active. membrane aussi petite ne donnerait intensité suffisante; l'inventeur y a re faisant usage de plusieurs membran genre, et le style est relié par une grif lique au centre de toutes ces membrane le montre le premier dessin (fig. 615). a essayé plusieurs dispositions analog toutes ont parfaitement réussi. Dans l dessin, les membranes sont de dimens férentes et réglées pour reproduire l'un des tons de la voix humaine; le encore réuni aux centres de toutes le

nes. Les sons divers sont reproduits avec ir timbre exact, et l'intensité est suffisante ır qu'on puisse les entendre en tous les points d'une pièce assez vaste. La figure montre encore deux autres dispositions dans lesquelles on s'est servi d'une seule membrane.



Fig. 614. — Micro-graphophone.

la première, on a relié le style à plusieurs ts du cercle sur lequel les vibrations ont la plus grande amplitude; sur l'autre, on a choisi les différentes zones vibrantes séparées par les



Fig. 615. — Membranes employées dans le micro-graphophone.

ds, et chacune de ces zones reçoit l'une des ches de la griffe métallique qui porte le e. Toutes ces membranes reproduisent les sons avec la même clarté : les unes conviennent mieux pour la voix humaine, les autres pour les sons musicaux.

MICROHM. — Sous-multiple de l'ohm, valant un millionième de cette unité.

MICROHMMÈTRE. — Appareil imaginé par M. Maiche pour mesurer de très faibles résistances et composé d'une aiguille aimantée hori-

zontale, placée entre deux bobines para
et identiques, parcourues en sens inverse
le courant d'un élément Daniell (fig. 616
règle les distances des bobines pour que
guille reste immobile, puis on interca

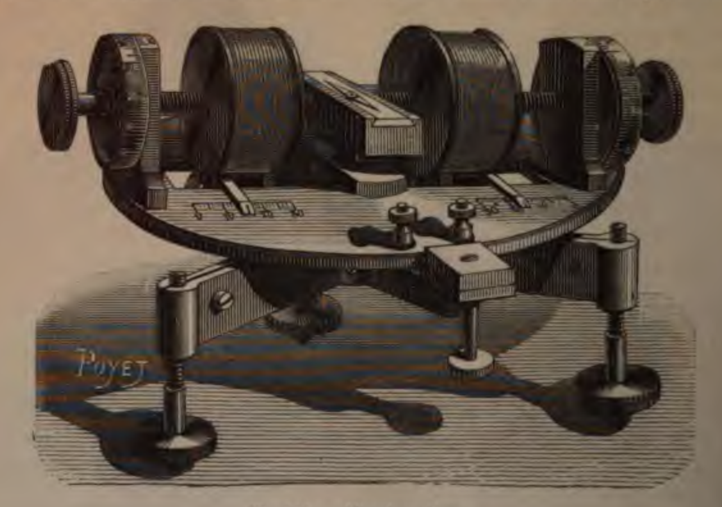


Fig. 616. — Microhmmètre.

résistance à mesurer dans le circuit d'une des bobines et l'on éloigne la seconde jusqu'à ce que l'aiguille soit revenue au zéro. La valeur de ce déplacement fait connaître la résistance cherchée.

Pour cela, les bobines sont montées sur des vis micrométriques dont le pas est de 1 millimètre. La tête est divisée en 100 parties égales, ce qui donne le $\frac{1}{100}$ de millimètre. On tare l'appareil avec des résistances connues. Le microhmmètre est très sensible et accuse facilement $\frac{1}{2000}$ d'ohm.

MICROPHONE. — Instrument imaginé en 1877 par M. Hughes et servant à transmettre la parole. Tandis que le téléphone ne transmet les sons qu'en les affaiblissant, à cause du peu d'intensité des courants induits qui le traversent, le microphone permet d'utiliser un courant de pile et d'obtenir une intensité beaucoup plus grande.

Il est formé d'un petit crayon de charbon C (fig. 617) placé entre deux blocs A et B de la même substance. Ce système est intercalé dans un circuit comprenant une pile P et un téléphone T servant de récepteur. Si l'appareil est immobile, le courant est continu, et l'on n'entend aucun bruit dans le téléphone. Mais, si le charbon C subit le plus petit déplacement, la

résistance varie à ses points de contact ave
et l'on entend un son. Les paroles prono
devant l'instrument, le plus petit bruit pr
sur la table de résonnance qui le support
exemple le tic-tac d'une montre, le bruit



Fig. 617. — Microphone de Hughes.

mouche qui se promène sur cette table
transmis avec une parfaite netteté.

D'après M. Preece, l'effet produit par l
crophone doit être attribué surtout aux
calorifiques provoqués par le passage de

ant entre des points imparfaits de contact ont la distance relative est variable suivant le gré de pression exercé sur eux. Le charbon t le corps qui convient le mieux parce qu'il est édiocre conducteur, qu'il est inoxydable et fusible, et que sa résistance diminue à mere que la température s'élève.

Le microphone a reçu un certain nombre de rmes différentes. Nous citerons seulement le odèle construit par M. Carpentier, et qui est rmé d'une petite caisse de résonnance vertile, portant sur ses deux faces deux microones à charbons verticaux montés en tension; pied de l'appareil contient une petite pile che, reliée aux microphones. Il suffit de mettre cet appareil en communication avec un téléphone. On a ainsi une grande sensibilité.

Transmetteurs microphoniques. — Le microphone de Hughes a donné naissance à un grand nombre d'appareils analogues, employés comme transmetteurs dans les communications téléphoniques.

Le microphone de M. Crossley est formé de quatre blocs de charbon fixés aux sommets d'un carré et réunis par quatre crayons de même substance, montés en deux séries parallèles. Le tout est fixé sur une planchette de sapin formant pupitre, devant laquelle on émet les sons. Sur le côté est fixé un commutateur en forme de crochet, au-dessous duquel est ménagée une petite ouverture pour les conducteurs.

Le microphone de M. Crossley est employé avec un téléphone Bell et une pile Leclanché.En Angleterre et aux colonies, on emploie beaucoup aussi cet appareil combiné avec un téléphone Gower. Cette





Fig. 618. — Principe du microphone Ader.

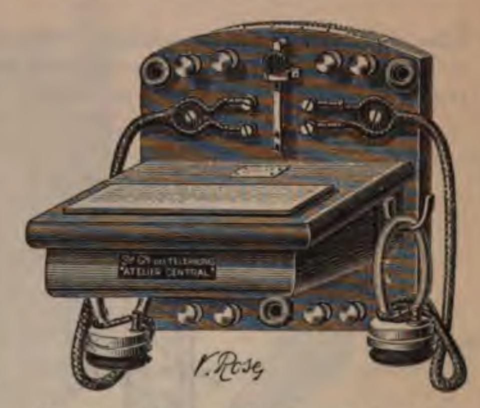


Fig. 619. — Poste microtéléphonique système Ader.

position ne paraît pas donner d'excellents ultats.

Microphone Ader. — Cet appareil est formé dix crayons de charbon A, disposés entre is baguettes de même substance BCD, de nière à former deux séries comprenant cune cinq crayons montés en quantité . 618). Le tout est fixé à la partie inférieure ne planchette de sapin, formant le couvercle liné d'un pupitre (fig. 619). L'appareil renme une bobine d'induction dont nous vers plus loin l'usage (Voy. Téléphone). Des chets commutateurs soutiennent les téléones.

Le microphone Ader est employé par l'Adnistration des Téléphones de Paris avec celui de M. Berthon, et par la Compagnie internationale des Téléphones, dont le siège est à Bruxelles, mais dont les réseaux sont en Italie et à Malte, concurremment avec celui de Crossley. L'Administration des télégraphes belges l'a également adopté en 1883, avec quelques légères modifications.

Électrophone Maiche. — M. Maiche a indiqué avant MM. Crossley et Ader les dispositions généralement adoptées aujourd'hui dans les appareils téléphoniques. Il a donné à son transmetteur le nom d'*électrophone*. Cet appareil était formé primitivement d'une cloche de verre, sur laquelle étaient placés des contacts en charbon le plus près possible du bord. Il a subi depuis différentes modifications et il

est formé aujourd'hui de pastilles en charbon, fixées sur des lames minces de liège, et de sphères de charbon qui appuient sur ces pas-

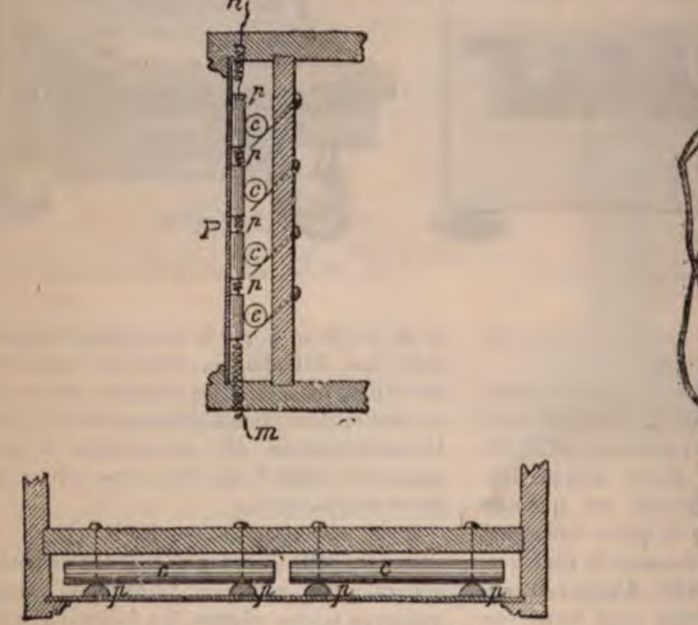


Fig. 620. — Électrophone Maiche.

tilles. Les sphères sont suspendues à une règle métallique, qui peut s'élever ou s'abaisser pour régler la pression aux points de contact. La figure 620 montre l'aspect de l'électrophon qui est actionné par des piles du même inver teur.

Microphone Theiler. — Ce microphone, qui e un des plus anciens, est surtout employé e Suisse, dans les réseaux téléphoniques urbains Il est formé de trois charbons, dont deux son cylindriques et collés parallèlement sur un lame de sapin ou de liège. Le troisième est u demi-cylindre, suspendu par un fil; il appui sur les autres par son poids, augmenté encor par une tige de cuivre fixée sur sa parti plane.

Microphone Dejongh. — L'instrument imaginé par M. Dejongh présente une grande simplicité de construction. Derrière une planchette de sapin (fig. 621), qui forme le couvercle d'une boîte rectangulaire, sont fixées verticalement quatre rangées de pastilles de charbon p, de forme bombée. De minces goupilles soutiennent des cylindres de charbon C, qui s'appuient sur les pastilles. On a ainsi de bons contacts, qui sont en même temps légers, de façon à éviter les *crachements*, c'est-à-dire des bruissements de toute espèce. Il y a 16 cylindres, par consé- quent 32 contacts.



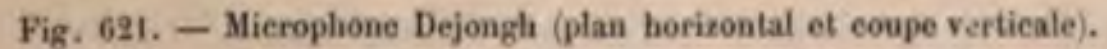




Fig. 621. — Microphone Dejongh (plan horizontal et coupe verticale).

Fig. 622. — Poste pour grandes distances avec microphone Dejongh.

La figure 622 montre un poste microtéléphonique complet pour grandes distances. Il comprend un microphone Dejongh, un récepteur Bell en ébonite, une sonnerie magnétique fonction- nant à travers 10000 ohms, une boîte contenant les piles pour le microphone et servant de pu-

e pour écrire. Ce poste a été adopté pour lignes les plus longues qui existent : Paris à xelles, Porto à Lisbonne, etc.

Microphone de Baillehache. — Ce microphone est constitué par des charbons creux *a*, dans l'intérieur desquels sont placés des corps légers quelconques *f* (boules de liège, barbes de plume, duvet, grains de plomb, graines oléa-

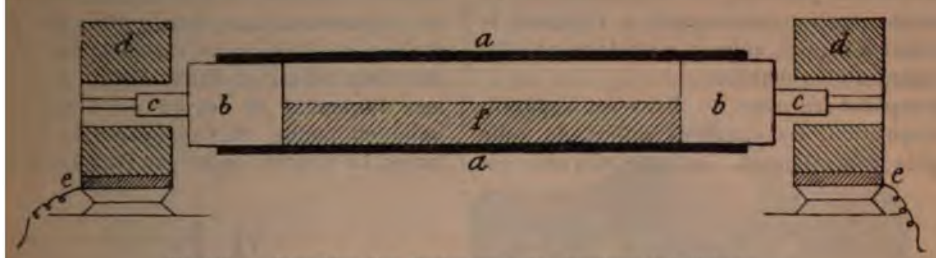


Fig. 623. — Disposition d'un charbon creux du microphone de Baillehache.

uses, etc.) susceptibles de se déplacer sous fluence de la voix et des courants induc-s (fig. 623). Les extrémités de ces tubes ux sont fermées par des bouchons de charbon *bb*, munis de prolongements *cc*, qui viennent s'encastrer dans des règles de même substance *dd*. Ces règles peuvent être reliées directement avec les conducteurs, ou reposer

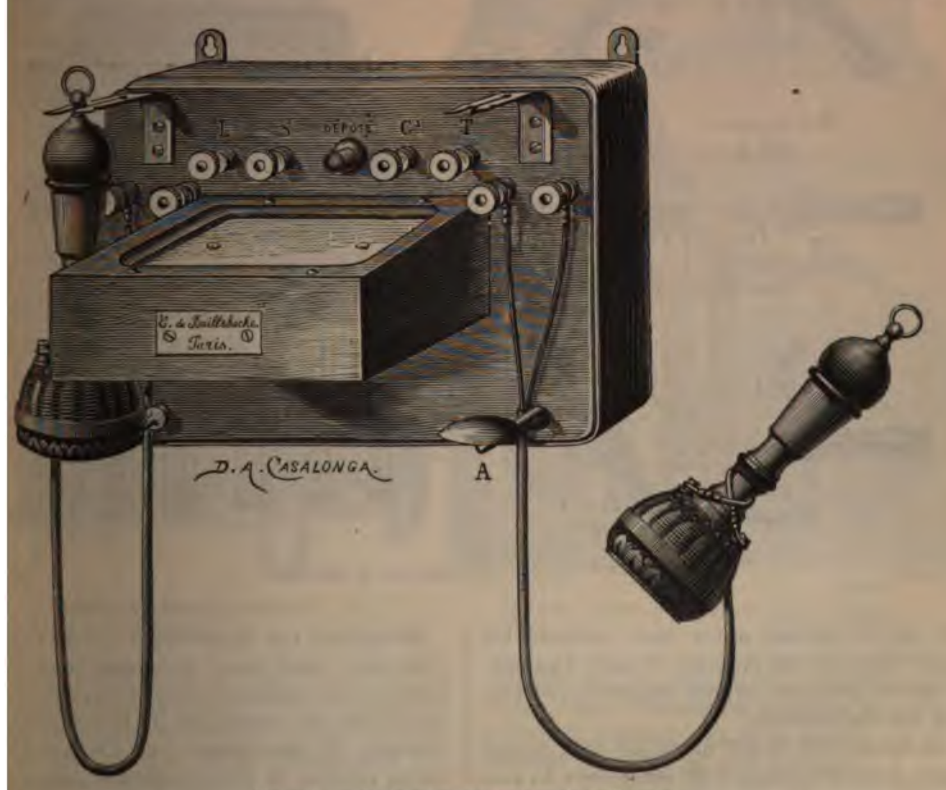


Fig. 624. — Poste microtéléphonique de Baillehache.

s pastilles de charbon *e*, autour desquelles end les contacts.

xiste d'autres dispositions, dans lesquelles ilise quatre charbons en croix, ou trois en T, ou deux charbons creux et deux supports en forme de parallélogramme.

La figure 624 montre l'ensemble d'un poste; le récepteur sera décrit à l'article Téléphone.

La figure 625 représente un autre modèle de l'appareil précédent muni de commutateurs à manette, qui ont l'avantage de donner toujours un excellent contact. On a représenté à part les différentes positions des commutateurs. La première position correspond à l'attente, la troisième à l'appel ; enfin la seconde montre les communications établies.

Microphone Journaux. — Dans cet appareil, la disposition des charbons diffère de celle adoptée généralement. La lame vibrante est une planchette de sapin verticale de 2 n mètres et demi d'épaisseur, portant qu petites lames de charbon plat, de 6 milli tres sur 3, fixées au moyen de boulons. D blocs de charbon, de 24 millimètres sur 12, liés séparément aux deux pôles, sont pe chacun de huit trous cylindriques, disp sur deux rangs, et dans chacun desquels loge librement un crayon de 6 millimèt taillé en pointe, et s'appuyant sur l'une lames. Le courant entre par l'un des blocs

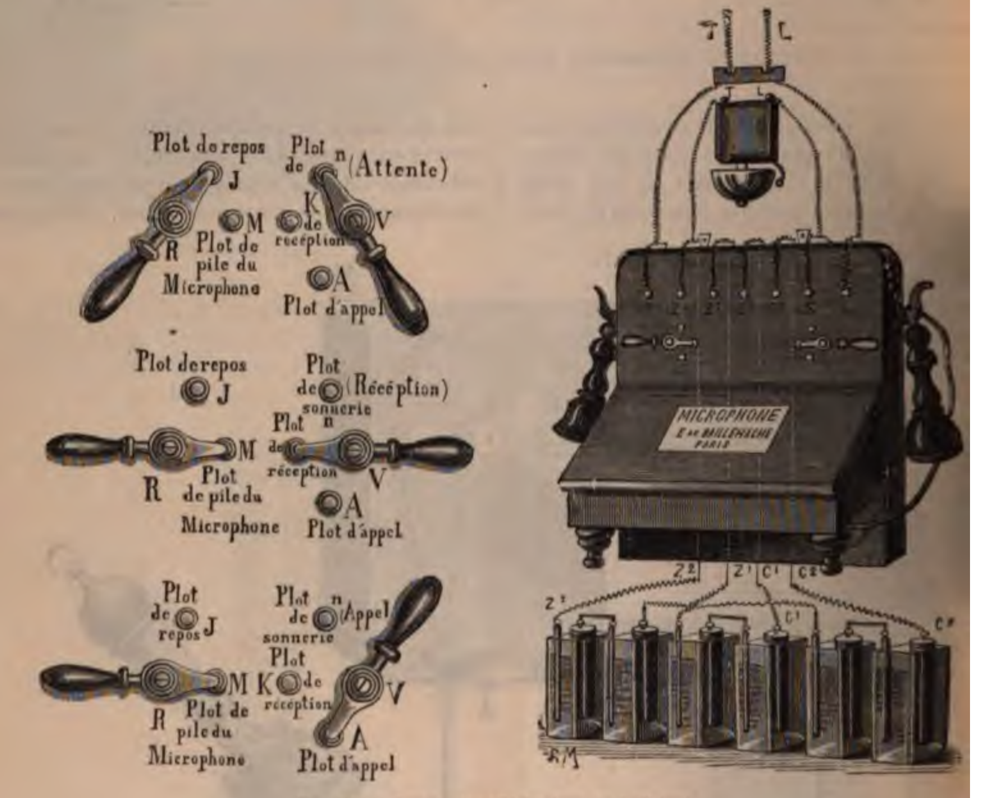


Fig. 625. — Poste microtéléphonique de Baillehache

sort par le second, après avoir traversé les quatre lames et les crayons. D'après l'auteur, on obtient ainsi une grande sensibilité, et l'on évite les crachements.

Les figures 626 et 627 montrent deux postes munis de microphones et de récepteurs du système Journaux. Le premier est pourvu d'une sonnerie à pile ; le bouton d'appel se voit au bas. Le second possède une sonnerie magnéto, dont on voit le mécanisme à côté de la pile. Chacun d'eux possède deux récepteurs (Voy. Téléphone).

Microphone van Rysselberghe. — M. van R selberghe, dont nous décrivons plus loin système anti-inducteur (Voy. Téléphonie), a connu que les variations de la résistance contacts du microphone ont d'autant plus valeur relative et produisent des variations courant d'autant plus considérables que résistance totale du circuit est plus faible. suite il recommande d'employer des piles peu résistantes et de monter tous les charbo du microphone *en quantité*. La figure 628 repr sente cette disposition. P est une pile à gran

surface ou un accumulateur; ABCD est le microphone, et E une bobine d'induction dont le circuit primaire n'a qu'une faible résistance. Le circuit secondaire de cette bobine doit avoir également une très petite résistance, l'expérience ayant montré que, pour franchir de grandes distances, il faut produire des courants de quantité, et non des courants de tension. La résistance totale du circuit primaire ne dépasse pas 2 ohms, tandis qu'elle est d'environ 16 ohms dans la plupart des appareils. Ce système permet de transmettre facilement à plus de 200 kilomètres.

La figure 629 montre un poste complet du système Van Rysselberghe. Il se compose d'une boite en noyer contenant un inducteur qui,



Fig. 626. — Poste microphonique Journaux avec sonnerie à pile.

Fig. 627. — Poste Journaux avec sonnerie magnéto.

mis en mouvement par la manivelle placée sur le côté, actionne les sonneries des deux postes; ces sonneries sont indépendantes du transmetteur, ce qui permet de les placer dans une autre salle, si on le préfère. Les charbons du microphone sont disposés à l'intérieur de la boîte, et l'inducteur sous le couvercle. Ce couvercle est encastré dans un cadre métallique, au lieu d'être collé, comme dans l'appareil Ader. Un tube cylindrique en ébonite recueille les vibrations sonores et les dirige perpendiculairement sur la planchette; l'adaptation de ce tube donne d'excellents résultats au point de vue de la transmission de la parole. Le récepteur est un téléphone Bell ordinaire.

Le poste représenté fig. 630 a été créé plus récemment pour les communications interurbaines. La sonnerie magnéto, le microphone et les autres pièces sont réunis et montés sur une même planchette, ce qui rend l'installation très facile.

Microphone Berthon. — Ce microphone est

employé, concurremment avec l'appareil Ader,

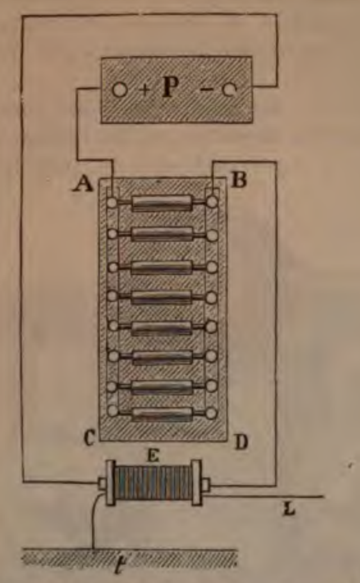


Fig. 628. — Schéma du microphone van Rysselberghe.

par l'Administration des téléphones de Paris.



Fig. 629. — Poste microtéléphonique Van Rysselberghe.

Il est formé de deux disques en charbon de cornue PP' (fig. 631), fixés dans une boîte c laire en ébonite A par un anneau de mé et une bague de caoutchouc e. Le fond est p de trous TT pour que la plaque inférieure p vibrer plus librement. Un anneau d'éboni fixé sur la plaque inférieure, est rempl charbon de cornue en grenaille. Le cou passe d'un disque à l'autre à travers la gren

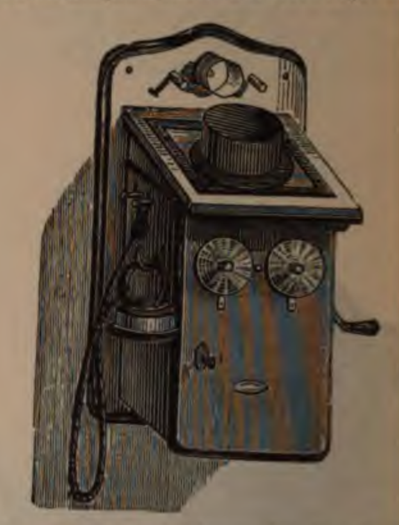


Fig. 630. — Poste microtéléphonique Van Rysselbergh les communications interurbaines.

Le microphone Berthon est très léger se dérègle pas, ce qui l'a fait substituer appareils Edison pour le service des bur centraux. La figure 632 représente la dis tion adoptée dans ces bureaux : le transme Berthon est relié avec un récepteur télép que Ader par une poignée métallique maintient le récepteur à l'oreille, pendant q applique la bouche au transmetteur; l'a reil est muni en outre d'une fiche à quatr mes, pour le service du commutateur à qu contacts.

L'Administration des téléphones a donné postes Berthon un certain nombre de disp tions différentes; nous indiquerons plus les principales (Voy. Téléphonie).

Microphone Ochorowicz. — Ce microphone, la figure 633 montre associé avec un télép du même inventeur, renferme, comme le cédent, du charbon en grenaille ; dans cet trument, la chaleur développée par le cou paraît jouer un certain rôle.

Microphone Drawbaugh. — Nous signalons fin une disposition du microphone spécialem destinée aux applications militaires. Un mi phone à contacts de charbon FEG, protég

gaine d'ébonite D (fig. 634), est renfermé s une sorte de tire-bouchon, qu'on enfonce s le sol. Un certain nombre de ces appareils peuvent être installés dans le sol, tout autour d'un poste central d'observation, où se trouvent les piles et les récepteurs, reliés aux bornes

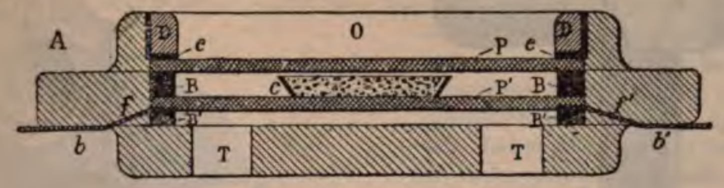
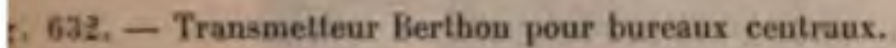


Fig. 631. — Microphone Berthon.





. 632. — Transmetteur Berthon pour bureaux centraux.



Fig. 633. — Poste microtéléphonique Ochorowicz.

2. Les microphones sont influencés par les bruits produits dans leur voisinage et font vibrer le sol, et permettent ainsi de eiller facilement les abords du poste.

ransmetteurs microphoniques à courant ct. — Il existe un certain nombre de transteurs qui fonctionnent sans bobine d'induc, et qui sont spécialement destinés aux tes distances, par exemple pour les applions domestiques.

icrophone d'Argy et Mildé. — Cet appareil, giné par M. d'Argy en 1883, a été perfecné par M. Mildé. Ce transmetteur (fig. 635) formé d'une boîte ronde et plate dont les deux faces sont des lames de laiton ondulé, semblables à celles qu'on voit sur les baromètres anéroïdes. Cette boîte est incomplètement remplie de coke en grains, et ses deux faces sont traversées au centre par deux cylindres de charbon isolés du métal par une gaine de papier. Pour passer d'un cylindre à l'autre, le courant traverse le coke en grains et rencontre une résistance variable, à cause des vibrations transmises aux deux lames métalliques. Ce système est appliqué derrière une planchette de noyer qu'on voit à la partie supérieure du poste. Le récepteur, qui est un téléphone Mildé, de forme ronde et à enveloppe métallique, se

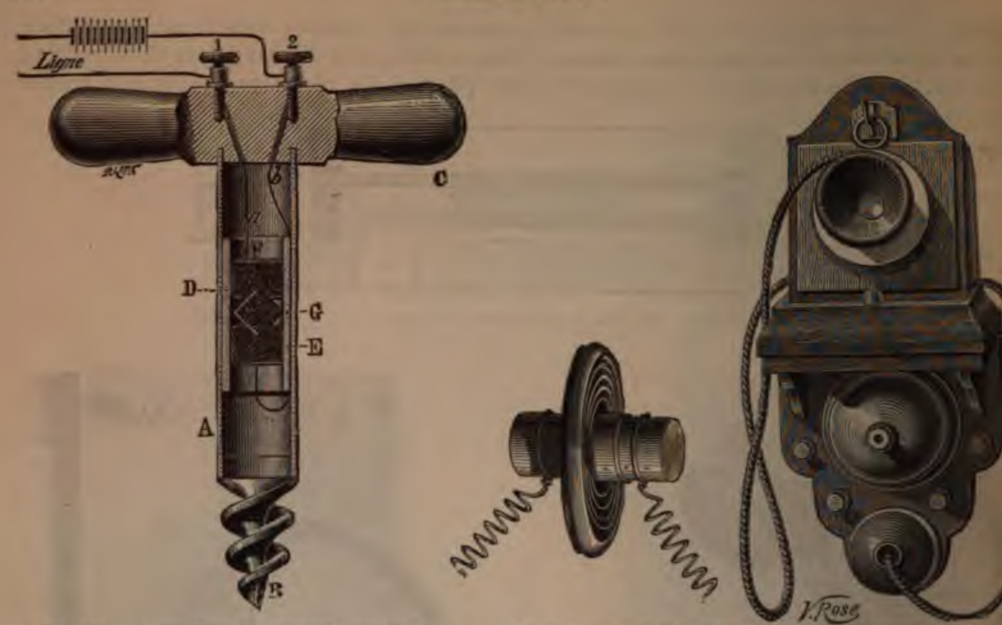


Fig. 634. — Microphone de campagne Drawbaugh.

Fig. 635. — Poste microtéléphonique dit porte-montre (Mildé).

suspend au repos à un crochet commutateur placé au-dessus du microphone ; de là le nom de porte-montre donné à l'appareil. Cette p tie du poste peut se placer à volonté sur



Fig. 636. — Poste microtéléphonique Abdank-Abakanowicz.

meuble quelconque, table, bureau, etc., ou sur la console représentée par la figure, et sur laquelle sont fixées les bornes d'attache, sonnerie ronde nickelée et au-dessous une

de courant en noyer. De cette ro-
câble souple se rendant à l'appa-

Abdank-Abakanowicz. — La fi-



637. — Poste Abdank avec sonnerie.

ésente en grandeur naturelle un
léphonique complet, pour petites
fonctionne sans bobine d'induc-

Le microphone, qu'on voit derrière le téléphone, est formé de quatre pastilles de charbon qui tendent à glisser dans quatre fentes obliques pratiquées au centre du socle, mais qui sont retenues par leur frottement, d'une part sur une lamelle de charbon fixée à la membrane, et d'autre part sur deux autres lamelles fixées au socle. On a ainsi huit contacts. Les pastilles roulent dans leurs alvéoles et les points de contact changent sans cesse et se maintiennent parfaitement propres.

Le bouton d'appel se voit à droite en B. En décrochant le téléphone, on rompt en S la communication avec la sonnerie, et l'on établit en P le contact avec la pile.

Le téléphone récepteur est à aimant circulaire et à deux bobines centrales.

La figure 637 montre un autre modèle du même appareil qui porte sa sonnerie.

Télémicrophone de Baillehache. — M. de Baillehache a appliqué le principe de son microphone à un petit appareil très simple, à courant direct (fig. 638), qui peut se placer sur toutes les installations de sonneries. Quand on décroche le récepteur, la sonnerie est mise hors circuit, et le téléphone lui est substitué. A ce moment, la sonnerie du poste correspondant est actionnée. Aussitôt que le correspondant prend son récepteur, la communication téléphonique est établie. Quand on a fini de converser, on raccroche le télé-



Fig. 638. — Télémicrophone de Baillehache.

respondant entend dans son ré-
nerie tinter, et il est averti. Ce
ent, très pratique, est usité dans
bre d'administrations.

Applications du microphone. — Du Moncel a proposé en 1878 d'employer le microphone à la construction de *relais téléphoniques*, analogues aux relais télégraphiques. M. Hughes a con-

struit un relai de ce genre. Le microphone qui perçoit les vibrations sonores est relié avec une pile et un autre microphone; celui-ci est placé devant un troisième qui est relié avec une autre pile et avec le téléphone récepteur. MM. Thomson et Houston ont construit un appareil du même genre; ce procédé de transmission a été abandonné. Nous reviendrons à l'article TÉLÉPHONE sur la description des postes microtéléphoniques et sur divers appareils destinés à des usages spéciaux.

Le microphone est employé à la recherche des fuites dans les conduites d'eau (voy. HYDROPHONE) et à celle des bruits sous-marins (voy. TÉLÉPHONE).

Il est employé, ainsi que le téléphone, comme galvanoscope. Ainsi, en le plaçant sur un pont de Wheatstone, et le reliant à un téléphone, on n'entend plus aucun son dans celui-ci lorsque l'équilibre des résistances est établi.

Le microphone est aussi employé en physiologie (voy. AUDIOMÈTRE, MYOPHONE, SPHYGMOPHONE, STÉTHOSCOPE, SONDE MICROPHONIQUE). M. Trouvé a construit pour l'étude des bruits musculaires un petit microphone ne pesant pas plus d'un gramme, et qui peut s'appliquer sur le muscle et s'y fixer par une aiguille ou par un fil de caoutchouc. La figure 639 représente un appa-

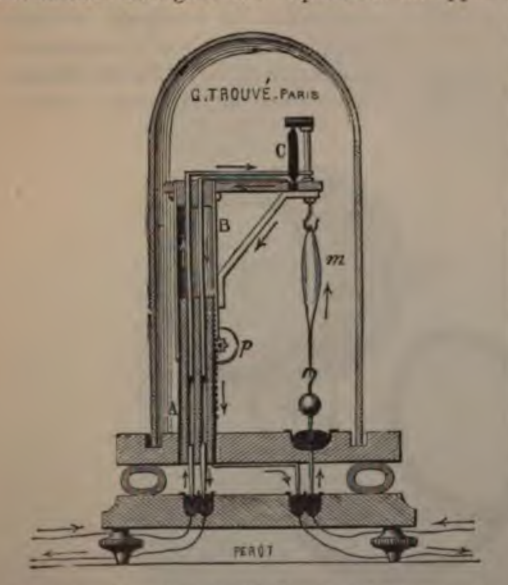


Fig. 639. — Microphone de MM. Trouvé et de Boyer pour les applications physiologiques.

reil imaginé par MM. Trouvé et de Boyer pour l'étude de la contraction musculaire. Le microphone C, très sensible, est porté sur une tige AB, dont la partie supérieure B peut s'élever au moyen d'une crémaillère et d'un pignon muscle *m* est tendu par une petite boule d'un crochet et d'une pointe de platin plonge dans un godet de mercure. Cette sition permet de faire passer aussi un c dans le muscle.

Enfin le microphone est appliqué à cherche des très petits changements de sion (voy. MICROTASIMÈTRE) et à l'étude de vements du sol. Le *microphone sismique*, à cet usage, doit être disposé pour trans nettement des battements ou des coups pités. Celui de l'observatoire de Forli est tué par un cône de cuivre, supporté par u même substance, et qui s'appuie dans l'in d'une cavité également conique, creusée d bloc de charbon de cornue; on règle la p du contact. L'appareil est disposé au fon puits en maçonnerie.

MICROSISMOGRAPHE. — Enregistre très petits mouvements du sol.

MICROTÉLÉPHONE. — Appareil d transmetteur est un microphone et le teur un téléphone (voy. ces mots).

Edison a donné le même nom à son télé à charbon, pour le distinguer des télép magnétiques. Nous décrirons cet appa ceux qui en dérivent à l'article TÉLÉPHO nécessité d'un réglage très délicat les abandonner pour les transmetteurs mic niques.

MICROVOLT. — Sous-multiple du vol à un millionième de cette unité.

MODÉRATEUR. — Appareil imagin M. Roussy pour modérer l'usure des la incandescence neuves, introduites dans cuit qui contient des lampes ayant déjà tionné un certain temps. La douille lampe contient une petite colonne de c de cornue en poudre, intercalée sur l d'un des conducteurs et formant rhéo l'aide d'une vis, on fait varier la pressi charbon, pour donner à la lampe l'in voulue.

MODULE. — On appelle *module de* d'un câble la longueur qu'il faudrait à ce câble, suspendu verticalement dan de mer, pour qu'il se rompît sous son poids. On nomme *module pratique* la lo maxima qu'on pourrait donner au câbl les mêmes conditions, sans danger de r On admet ordinairement que ce modul tiers du premier.

MOLÉCULES ORIENTÉES. — Disqu magnétiques portant des fils de fer d

es et qui s'orientent sous l'action d'un nt; cette disposition est employée dans le omètre à molécules orientées de M. Gra-

LETTE. — Organe du télégraphe Morse : disque tournant dont la circonférence est mment garnie d'encre et qui sert à imr les traits et les points.

MENT MAGNÉTIQUE. — Supposons un airéduit à deux masses magnétiques égales t concentrées aux pôles, et désignons par distance de ces deux points. Le produit M est le *moment magnétique* de l'aimant. aimant était placé dans un champ uni- d'intensité 1, l'action du champ serait sentée par deux forces égales à m, paralt de sens contraire, appliquées aux deux Supposons de plus que l'axe magnétique imant soit perpendiculaire à la direction amp : ces deux forces formeront un coupnt le moment sera précisément $m \times 2l$, -dire le moment magnétique du couple. un champ d'intensité H, le moment du e serait MH.

'on brise un aimant en plusieurs mor, la somme de leurs moments magnétiest égale au moment du barreau total.

ermination du moment magnétique. — *hode de la torsion.* — Dans un champ maue uniforme d'intensité H, par exemple le terrestre, on peut déterminer facilement duit MH et par conséquent le moment étique M du barreau, si l'on connaît l'iné H du champ.

suspend un aimant par un fil métallique la balance de torsion, de sorte que le fil ans torsion lorsque l'aimant est en équilans le méridien magnétique; on s'assure ette condition est remplie en remplaçant nt par un barreau de cuivre de même sion, qui doit prendre exactement la position. On tord ensuite le fil de métal artie supérieure jusqu'à ce l'aimant soit ndiculaire au méridien; le moment de n de la terre est alors MH. D'autre part, sion du fil a produit un couple dont le nt est proportionnel à l'angle α dont on a le fil, α étant compté à partir de la nouposition du barreau ; on a donc

$$MH = k\alpha,$$

t le coefficient de torsion du fil.

pourrait remplacer le fil métallique par spension bifilaire ; on aurait

$$MH = k' \sin \alpha.$$

2° *Méthode des oscillations.* — Une seconde méthode consiste à faire osciller le barreau, suspendu à un faisceau de fils de soie sans torsion, sous l'action de la terre. Il est soumis à une force constante, et par conséquent son mouvement est soumis aux lois du pendule. La durée d'une oscillation est donc donnée par la formule

$$t = \pi \sqrt{\frac{A}{MH}},$$

A étant son moment d'inertie. On tire de là

$$MH = \frac{\pi^2 A}{t^2}.$$

En opérant de même pour un autre barreau de moment M', on déterminera le produit M'H et l'on en déduira le rapport $\frac{M}{M'}$. On peut aussi calculer M en mesurant $\frac{M}{H}$ par la méthode de déviation. (Voy. Méthode).

Moment d'un système d'aimants. — Soient plusieurs aimants liés ensemble invariablement et placés dans le champ terrestre ; chacun d'eux est soumis à un couple. Si l'on représente chaque aimant par une droite dirigée suivant son axe et de longueur proportionnelle à son moment, on obtiendra la direction et le moment de l'aimant résultant par la règle du polygone des forces.

Influence de la température. — Le moment magnétique d'un barreau décroît à mesure que la température s'élève, et ne reprend par refroidissement qu'une partie de sa valeur primitive. On peut cependant rendre un aimant insensible dans une certaine limite aux variations de température en le recuisant plusieurs fois à une température supérieure et l'aimantant à saturation entre chaque opération.

A la température ambiante, les variations du moment magnétique sont proportionnelles aux changements de température. En appelant M_0 le moment à 0°, le moment à t° est donné par la formule

$$M = M_0(1 - kt),$$

k étant un coefficient qui dépend de la nature de l'acier employé et qui est toujours inférieur à $\frac{1}{1000}$.

MONOCORDE ÉLECTRIQUE. — Appareil imaginé par M. Blyth et dans lequel les vibrations d'une corde sont entretenues par un électro-aimant. La corde métallique est traversée par un courant, interrompu 128 fois par seconde par un électro-diapason. Un électro-aimant a

ses pôles placés perpendiculairement à la corde; en le déplaçant, on fait rendre à la corde ses divers harmoniques.

M. Schwedoff a imaginé un appareil analogue.

MONORAIL ÉLECTRIQUE. — Petit chemin de fer présenté par M. Lartigue au Concours agricole du Palais de l'Industrie en 1884. Cet appareil est surtout destiné à l'agriculture et peut par conséquent trouver son emploi dans un ferme ou une maison de campagne. C'est u chemin de fer à rail surélevé, qui peut êtr traîné à volonté par des bêtes de somme ou m en mouvement par l'électricité. C'est ce dernie cas qui est représenté par la figure 640.

La voie est formée par un rail unique divis en tronçons de 3 mètres de longueur, que de chevalets soutiennent à 80 centimètres au-dessu



Fig. 640. — Monorail électrique.

du sol. Ces tronçons se raccordent très facilement l'un à l'autre, sans boulons ni traverses, à l'aide de deux fentes verticales qui s'appliquent sur des goupilles de même dimension. Si on le juge nécessaire, on peut donner aux chevalets plus de solidité en les clouant pour ainsi dire sur le sol à l'aide de fiches de 30 centimètres de longueur. On voit que ce matériel est fort simple et qu'il n'exige ni pour la pose ni pour l'entretien le secours d'aucun ouvrier spécial. Une équipe de six hommes peut facilemen poser 1 kilomètre de rail par jour. On peut facilement incliner la voie à droite ou à gauche pour éviter ou contourner toute espèce d'obstacles, un arbre, un trou, un puits, etc., et l'on peut de même suivre les ondulations du terrain sans remblais ni tranchées. Si l'on ne possède qu'une faible longueur de rails, on peut reporter rapidement en avant ceux qui ont déjà servi.

L'appareil mobile se compose d'une série de cacolets pouvant servir à porter des marchandises ou même des personnes, et reposant chacun sur le rail par deux poulies (fig. 641); le

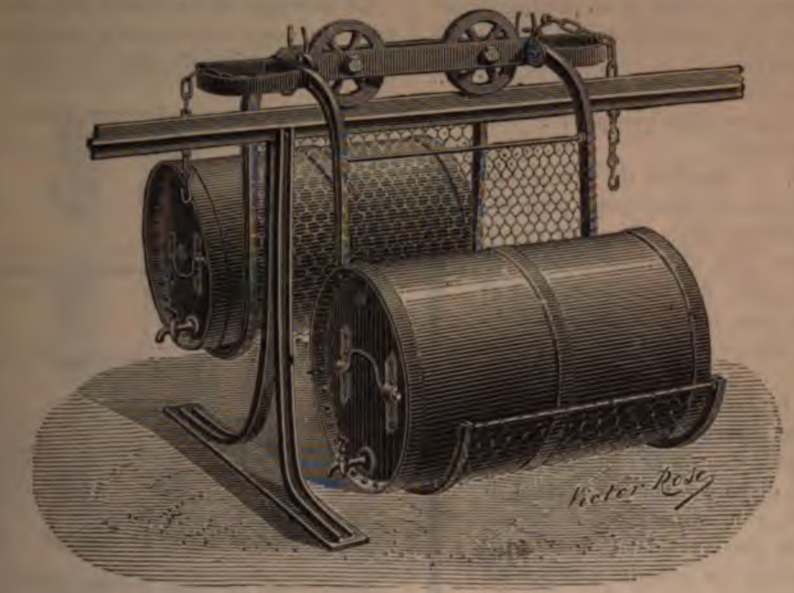


Fig. 641. — Cacolet pour le transport des liquides.

ntre de gravité se trouve ainsi au-dessous du

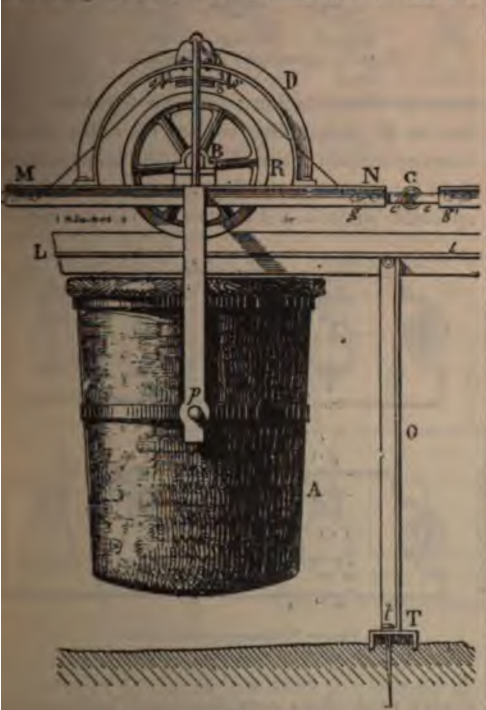


Fig. 642. — Détails du frein.

nt de suspension, ce qui assure une grande bilité.

Le premier cacolet porte un moteur Siemens. Le courant est produit à l'une des extrémités ou même en un point quelconque de la ligne, en utilisant les forces dont on peut disposer. Dans les expériences représentées par la figure, la source était une machine Siemens, alimentée par un moteur Hermann-Lachapelle. Le courant est transmis facilement au moteur au moyen du rail et des chevalets. On voit sur le devant de la figure 640 les fils qui servent à établir les communications avec le générateur. Le wagonnet porte un homme qui dirige tout le convoi et fait l'office de conducteur et de serre-frein. Un cadran indique à chaque instant la résistance et permet de régler la vitesse en conséquence. Un frein consistant en une série de petits sabots de bois S (fig. 642) peut actionner en même temps la partie supérieure de la roue à gorge de chacun des véhicules. Chaque sabot est fixé à une plaquette métallique glissant sur deux guides *ss'*. Des ressorts, qui ont leur point d'appui sur l'arcade D tendent à relever le système, que l'on abaisse brusquement, lorsque c'est nécessaire, au moyen d'une corde MN glissant sur la plaquette, puis rappelée sur les deux tiges cylindriques *g*, qui réunissent les longerons du châssis *cc'* avant l'attelage, pour remonter sur la plaquette du véhicule suivant, et ainsi de suite.

MONOTÉLÉPHONE. — M. Mercadier donne ce nom à tout téléphone dont le diaphragme peut vibrer transversalement en produisant les lignes nodales qui correspondent à un son déterminé. L'instrument ne reproduit plus alors tous les sons indifféremment; il ne vibre d'une façon appréciable que pour le son auquel il est adapté.

MONTAGE. — Manière de réunir ensemble des appareils électriques, pour obtenir les meilleurs effets dans des conditions données. Les différents modes de montage des piles, des accumulateurs et des dynamos sont indiqués au mot COUPLAGE; ceux des postes télégraphiques et téléphoniques et des sonneries aux mots TÉLÉGRAPHE, TÉLÉPHONE, SONNERIE.

Montage des foyers lumineux. — 1° *Montage des lampes à arc.* — Les lampes à arc peuvent être disposées soit en série, soit en dérivation, soit d'une manière mixte, c'est-à-dire en plusieurs dérivations comprenant chacune un certain nombre de foyers en série.

Dans le montage en série (fig. 643), on relie la borne positive de la dynamo à la borne positive du premier régulateur, la borne négative de celui-ci à la borne positive du second, et ainsi de suite ; enfin la borne du dernier est reliée à la borne négative de la dynamo.

Dans ce système, l'intensité doit évidemment être constante, et la différence de potentiel aux bornes de la machine égale à la somme des différences de potentiel nécessaires pour chaque foyer, plus la perte dans le conducteur. Il suffit donc d'établir un conducteur unique, faisant le tour de l'installation, et dont le diamètre est indépendant du nombre des foyers; on peut réaliser une grande économie sur l'installation de ce conducteur. De plus, la différence de potentiel nécessaire à chaque foyer, qui est d'environ 70 volts en dérivation, est ici un peu plus faible. La résistance du câble suffit souvent pour maintenir l'arc et assurer la marche régulière. Mais la disposition en série a l'inconvénient d'exiger des forces électromotrices très élevées; de plus, les foyers étant tous sur un circuit unique, il faut remplacer ceux qui ne fonctionnent pas par des résistances équivalentes.

On parvient cependant à éviter ce dernier inconvénient en rendant la force électromotrice proportionnelle au nombre des foyers, en diminuant la vitesse ou l'intensité du courant d'excitation.

Le montage en dérivation (fig. 644) se compose de deux conducteurs parallèles partant des bornes de la dynamo et allant jusqu'au

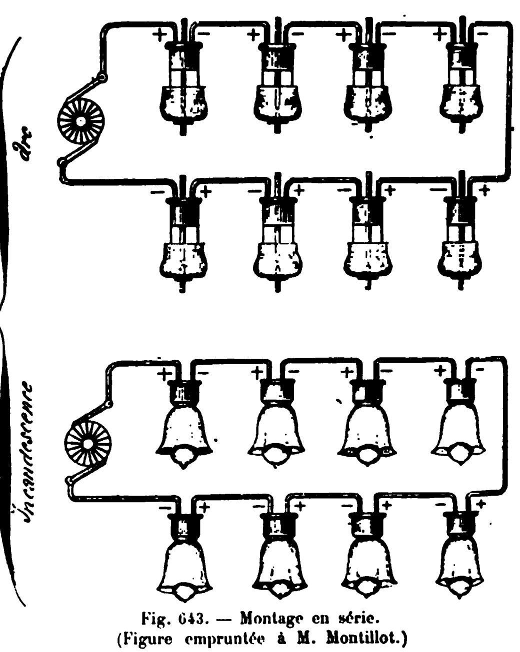


Fig. 643. — Montage en série.
(Figure empruntée à M. Montillot.)

bout de l'installation : chaque foyer est placé sur un fil secondaire reliant les deux conducteurs principaux. Une disposition analogue consiste à placer chaque foyer sur une dérivation spéciale partant des bornes de la dynamo. Les

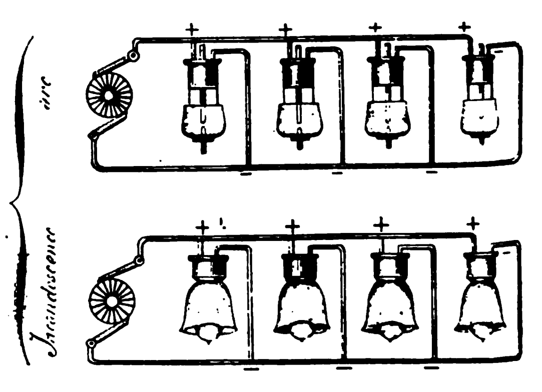


Fig. 644. — Montage en dérivation.
(Figure empruntée à M. Montillot.)

foyers sont alors complètement indépendants et peuvent avoir une intensité différente, mais l'installation des conducteurs est très dispendieuse. Dans ce cas, la différence de potentiel aux bornes de la dynamo doit être constante

le à environ 70 volts. Des rhéostats sont in-
lés dans les circuits pour régler la résis-
.

montage mixte est une combinaison des
premiers ; il peut être réalisé de bien des

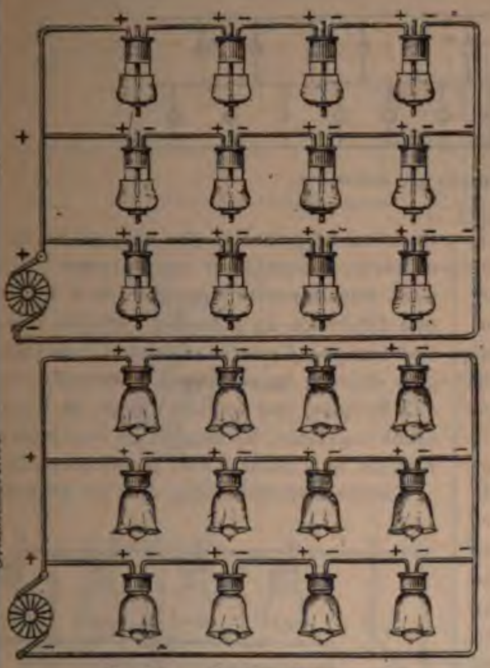


Fig. 645. — Montage mixte.
(Figure empruntée à M. Montillot.)

s; la figure 645 montre une des disposi-
les plus simples. Les dérivations peuvent
toutes des bornes de la dynamo ou être
hées sur deux conducteurs partant des bornes et allant jusqu'au bout de l'installation, comme le montre la figure.

2° *Montage des lampes à incandescence.* — Les trois procédés de montage indiqués pour les régulateurs s'appliquent aussi aux lampes à incandescence, mais on y a introduit dans ce cas une foule de variantes.

Le montage en dérivation (fig. 644) est le plus employé quand on n'utilise que des lampes de même résistance et de même intensité lumineuse. Il donne des résultats très satisfaisants, mais il entraîne, comme nous l'avons dit, une grande dépense de conducteurs. Il exige aussi que toutes les lampes soient identiques; mais on peut faire disparaître cet inconvénient en plaçant sur chaque dérivation un nombre de lampes différent. Ainsi l'on peut mettre sur les unes une seule lampe exigeant une différence de potentiel de 100 volts, et sur d'autres deux lampes de 50 volts. Remarquons cependant que, si une lampe de 50 volts vient à s'éteindre, elle cause en même temps l'extinction de la lampe de même intensité placée dans la même dérivation. On peut supprimer cette difficulté en faisant usage d'un fil intermédiaire qui relie les lampes de 50 volts en tension (fig. 646). La même figure montre une disposition qui a l'avantage de relier chaque foyer à la machine par des conducteurs dont la longueur totale est fixe, ce qui égalise les résistances sur chaque circuit, mais augmente la dépense d'installation.

Le montage en série (fig. 643) a été appliqué

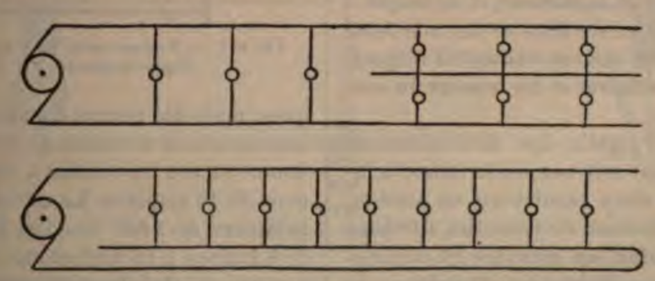


Fig. 646. — Modifications du montage en dérivation.

mpes à incandescence par M. Lodyguine.
rnstein a imaginé en 1883 des lampes de
résistance destinées à être montées en
vec une distribution à intensité constante.
mpes de M. Heisler, de Saint-Louis (Mis-
, très répandues en Amérique, sont dans le
cas. MM. Siemens et Halske ont étudié un système analogue. Ce montage, très économique, exige que chaque lampe soit mise en court circuit dès qu'elle s'éteint. De plus, il exigerait, dans les grandes installations, des différences de potentiel énormes. Il est préférable alors d'avoir recours à un montage mixte (fig. 646).

M. Edison a imaginé un système de distribu-

tion à trois conducteurs (fig. 647), qui permet souvent de diminuer le prix des câbles. On fait usage de deux dynamos identiques, couplées en tension, et l'on monte les lampes en dérivation, en les réunissant par un fil intermédiaire, partant du point de jonction des deux machines, de sorte qu'il y ait le même nombre de foyers de chaque côté de ce conducteur.

Il est facile de voir que ce système équivaut à deux groupes séparés, alimentés chacun par une des machines, et dont on supprimerait un des quatre fils.

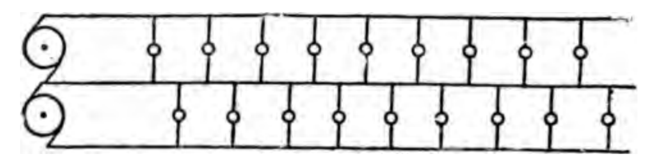


Fig. 647. — Montage à trois conducteurs.

En effet, lorsque toutes les lampes sont allumées, le conducteur central ne reçoit aucun courant; si l'un des groupes est éteint, il ne reçoit que le courant d'une seule machine, et c'est là l'intensité maximum qu'il puisse recevoir. On fait donc une économie de 25 p. 100 sur le prix des conducteurs qui seraient nécessaires dans le cas de deux groupes distincts. En outre, la perte d'énergie étant la même que dans un circuit simple, et le nombre des lampes alimentées étant double, cette perte est moitié moindre que si l'on employait le système ordinaire à deux fils. On peut généraliser ce système, mais on n'emploie pas ordinairement plus de quatre machines et cinq conducteurs.

Ce système a l'inconvénient d'user plus vite les lampes et de produire des irrégularités d'éclairage. En effet, si l'on éteint plus de lampes dans un groupe que dans l'autre, l'un se trouve trop poussé et l'autre pas assez.

3° *Montage mixte de régulateurs et de lampes à incandescence.* — Il existe dans ce cas une foule de dispositions, qui varient suivant la disposition des locaux à éclairer et les besoins du service exigé.

On a essayé d'établir des dérivations de 100 volts, contenant soit une seule lampe à incandescence, soit deux régulateurs en tension, mais la faible différence de potentiel attribuée à chaque arc produit un mauvais fonctionnement. Il vaut mieux établir des dérivations de 70 volts et y placer un régulateur ou une lampe à incandescence de résistance convenable; la dépense est un peu plus grande, mais les résultats sont meilleurs. Il vaut mieux encore établir deux circuits distincts, l'un pour les arcs, l'autre pour l'incandescence.

Nous signalerons enfin deux dispositions employées par la Société américaine Thomson-Houston. La première (fig. 649) est un montage en série, alimenté par une dynamo à arc donnant une intensité constante de 8 ampères et une différence de potentiel variable. L'installation comprend quatre régulateurs de 1200 bougies chacun, trois lampes à incandescence de 125 bougies, une de 55 et une de 32. L'intensité étant constante, les lampes ne sont jamais surmenées et s'usent d'une façon normale.

L'autre disposition (fig. 650) est plus compliquée, mais elle permet d'employer des lampes à incandescence normales de 50 volts. La machine donne encore un courant à intensité constante, mais de 10 ampères. Le circuit comprend 6 régulateurs de 2000 bougies, puis deux groupes de 8 lampes à incandescence de 16 bougies en dérivation, absorbant chacune 1,25 ampère; il se divise ensuite en deux dérivations d'égale résistance qui reçoivent par suite chacune 5 ampères et comprennent deux groupes de 4 lampes de 16 bougies.

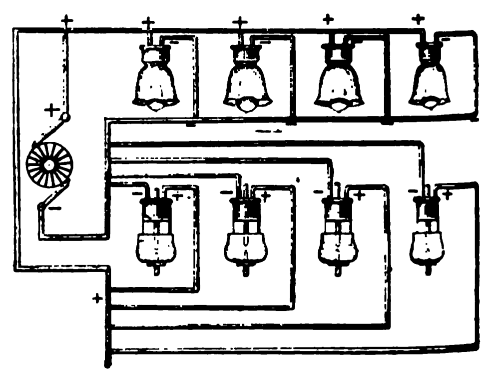


Fig. 648. — Montage mixte pour arcs et incandescence. (Figure empruntée à M. Montillot.)

MONTE-ESCALIER ÉLECTRIQUE. — Cet appareil, imaginé par M. J. Alain Amiot, est plus simple qu'un ascenseur. Deux rails plats et parallèles suivent, à quelques centimètres d'écart,

ampe de l'escalier. Sur ces rails roule un iot vertical muni d'un siège mobile, qui se re automatiquement lorsqu'il est inoccupé. :hariot peut être entraîné par un moteur trique, hydraulique ou autre.

: modèle qui figurait à l'Exposition de 1889 était mû par une machine dynamo-électrique du système Miot, qui commandait, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, un arbre portant une noix sur laquelle s'enroulait la chaîne de traction. La montée, la descente ou l'arrêt étaient produits, à l'aide d'un commutateur, par la per-

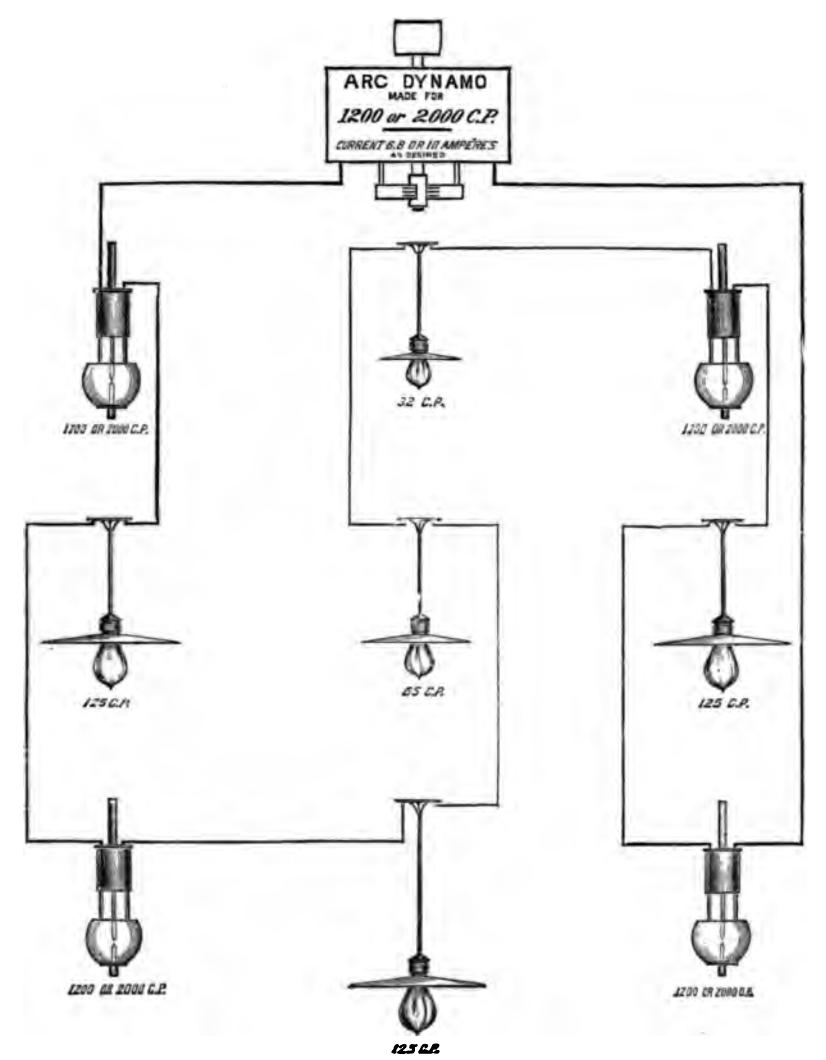


Fig. 649. — Montage Thomson-Houston.

e placée sur le siège mobile. Le courant amené par deux fils aériens provenant de :allation des ponts roulants.

)NTRES (INFLUENCE DES MACHINES D'INTION SUR LES). — Lorsqu'on s'approche e dynamo avec une montre, il arrive souvent le ressort spiral s'aimante sous l'influence :hamp magnétique de la machine, et la tre s'arrête. L'aimantation du ressort moteur et des axes paraît sans importance. On peut éviter cet accident en ôtant sa montre, ou en ayant une montre dont le spiral soit en métal non magnétique. M. Webster a employé à cet usage le palladium. D'autres métaux ou alliages ont été aussi employés avec succès. On peut enfin avoir une montre entourée d'une boîte de fer formant écran magnétique.

MONTRE TÉLÉGRAPHIQUE. — Petit appareil

de télégraphie militaire imaginé par M. Trouvé (Voy. TÉLÉGRAPHE).

MORS ÉLECTRIQUE. — Ce mors, inventé par le capitaine de Place, est formé de deux parties métalliques isolées, communiquant avec les deux pôles d'une bobine d'induction et pouvant servir à arrêter un cheval emporté ou à corriger certains animaux atteints de tics rongeurs. | disposition analogue sert à ferrer les chev rétifs (Voy. FERRURE).

MORT PAR L'ÉLECTRICITÉ. — L'électrici causé, surtout depuis que son emploi tend à généraliser, dc nombreux cas de mort; ces cidents sont fréquents en Amérique, où les c

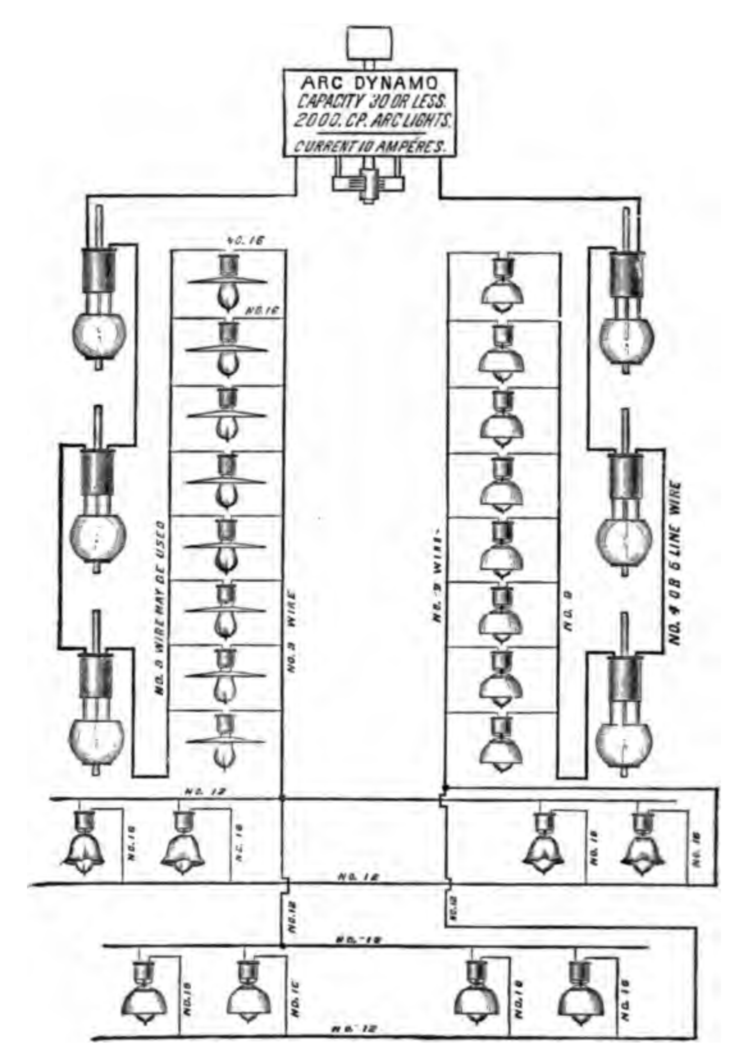


Fig. 650. — Montage Thomson-Houston.

ducteurs qui sillonnent les rues sont très nombreux et où les précautions destinées à garantir la vie des passants sont absolument insuffisantes. Nous avons cité plus haut (Voy. ACCIDENTS) un certain nombre de cas de mort récents.

On sait que la question des exécutions capitales par l'électricité a été récemment expérimentée en Amérique.

Mort par la foudre. — On sait que les | sonnes frappées par la foudre ou même ce qui se trouvent dans le voisinage d'un é frappé par la foudre (Voy. CHOC EN RETOUR) | vent être tuées.

M. Poey a indiqué, pour ramener à la vie personnes frappées par la foudre, un extrêmement simple qui consiste

iatement sur tout le corps de ces personnes iombreux seaux d'eau froide.

ORTIER ÉLECTRIQUE. — Petit appareil s lequel on verse un peu de poudre ou une tte d'éther : en faisant passer une décharge trique, la combustion de la poudre ou la risation de l'éther projette une bille d'ivoire ferme le mortier.

OTEUR ÉLECTRIQUE. — Appareil transfort l'énergie électrique en travail mécanique. premiers moteurs étaient fondés sur l'attion produite par les électro-aimants; nous rons ceux de Page, de Froment, etc. Ces mos n'ont pas donné de bons résultats et sont plètement abandonnés. Ceux qu'on emploie iellement sont fondés sur la réversibilité machines d'induction. Toutes les machines rites plus haut sont réversibles et peuvent ir de moteurs. On n'emploie cependant que dynamos à courant continu ou à courants essés. De plus, les conditions à remplir par machine ne sont pas les mêmes suivant lle fonctionne comme génératrice ou comme ptrice : ainsi, dans le premier cas, elle doit tionner d'une manière continue, sans s'éaffer outre mesure, et supporter sans inconent toutes les variations du courant ou celles la production extérieure. Le moteur, qui aille d'une façon intermittente, n'exige pas mêmes qualités, mais il doit en posséder tres, par exemple, dans certains cas, la lété. Aussi n'emploie-t-on que rarement aud'hui des génératrices et des réceptrices tiques, et seulement dans les installations . En général, le moteur a une forme spé-, combinée en vue de son application; nous ns donc décrire plus loin les principaux s de moteurs, mais nous examinerons ord les conditions générales de leur em-.

ns de la rotation. — Lorsqu'une dynamo est loyée comme réceptrice, le sens de sa rota- change avec son mode d'excitation. Remarns d'abord que, dans une machine employée me génératrice, l'action électro-dynamique s'exerce entre les inducteurs et l'armature pose au mouvement de celle-ci, d'après la le Lenz.

ipposons maintenant que la même machine employée comme réceptrice, et reçoive un ant qui ait, dans l'anneau, le même sens celui qu'elle produisait comme génératrice. ette machine est excitée en série ou par une hine indépendante, le courant ayant gardé ême sens dans les deux pièces, la réaction électro-dynamique fait tourner l'anneau en sens contraire.

Si la machine est excitée en dérivation, le courant a changé de sens dans les électros; il en est de même de l'action électro-dynamique, et l'anneau tourne dans le même sens. Enfin dans une machine compound, la rotation se fera dans un sens ou dans l'autre, suivant la proportion relative des deux fils inducteurs.

Calage des balais. — Quand une dynamo fonctionne comme réceptrice, les balais doivent être calés en retard (Voy. BALAI).

Mise en marche. — Si on lance le courant directement dans l'armature d'un moteur au repos, la force contre-électromotrice étant nulle, et l'armature présentant alors une résistance très faible par rapport à l'électro, on risque de brûler le fil; de plus l'appareil reste immobile s'il est excité en série, et se met à tourner en sens inverse du mouvement normal, s'il est à double enroulement. On évite cet inconvénient à l'aide d'un *commutateur de mise en marche ou de démarrage*, qui introduit dans le circuit une résistance qu'on diminue ensuite progressivement. L'inverse se produit lorsqu'on ouvre le circuit.

Renversement de marche. — Il est souvent nécessaire, dans certaines applications, de pouvoir renverser la marche du moteur. Dans les moteurs magnéto-électriques ou dans ceux à excitation indépendante, il suffit de changer le sens du courant.

Mais il n'en est plus de même dans les machines auto-excitatrices; le courant changerait de sens à la fois dans l'inducteur et dans l'induit, et le sens de la rotation ne serait pas changé. Il faut donc renverser le sens seulement dans l'une des deux parties.

Pour le renverser dans l'armature, il suffit de déplacer les balais. Si ceux-ci occupaient leur position théorique, il faudrait les tourner de 180°; si α est l'angle de calage, il faut les tourner seulement de $180° - 2\alpha$. Mais, si l'on adopte cette solution, les balais sont rencontrés à l'envers par le collecteur dans une des deux positions, et l'on est forcé d'employer des balais en toile métallique.

Il est donc préférable d'avoir deux jeux de balais, qui appuient alternativement sur le collecteur, suivant le sens de la rotation. Cette disposition a été adoptée par M. Reckenzaun sur le bateau *Electricity*. Le levier de manœuvre commandait les porte-balais par l'intermédiaire de deux galets en ébonite.

Au lieu de renverser le courant dans l'armature, on peut le renverser dans les électros,

mais il faut en même temps déplacer les balais d'un angle 2α. La machine peut être chargée d'assurer le calage automatiquement; il suffit alors d'ajouter, en un point quelconque du circuit, un commutateur pour les électros.

Rendement industriel et électrique. — Voy. RENDEMENT.

Choix du mode d'excitation. — Certaines applications exigent des moteurs fonctionnant avec une vitesse variable; ainsi, dans les chemins de fer, la vitesse doit augmenter progressivement au moment du démarrage, à mesure que l'effort diminue. Il convient alors d'employer un moteur excité en série, sous différence de potentiel constante. En effet, si la charge du moteur augmente, la vitesse diminue, et avec elle la force contre-électromotrice. Il en résulte une augmentation de l'intensité, puisque la différence de potentiel est constante; le champ magnétique augmente aussi, et par suite l'effort produit.

Au contraire, il résulte de là que l'excitation en série ne convient nullement pour les applications qui exigent une vitesse constante, treuils, machines-outils, etc. Il faut recourir à une machine montée en dérivation, ou plutôt à double enroulement. En effet, si la charge augmente, il faut augmenter aussi l'effort, ce qui peut se faire en augmentant soit le champ magnétique, soit l'intensité dans l'anneau. La première solution augmente aussi la force contre-électromotrice, et par suite diminue la vitesse. Il faut donc augmenter l'intensité en diminuant

la force contre-électromotrice et par con
le champ. On peut produire cette varia
champ magnétique avec un régulateur a
tique ou manœuvré à la main, qui mo
résistance de l'électro, mais il est pr
d'employer un double enroulement, le fi
en série ayant un effet contraire à cel
dérivation et tendant à désaimanter l'él

Si la charge augmente, la vitesse
diminuer ainsi que la force contre-élec
trice; l'intensité augmente dans l'ann
dans le fil en série. L'action de ce fil d
le champ, ce qui ramène la vitesse à sa
première.

Moteur de la Société alsacienne. — Ce
(fig. 651), destiné à la petite industrie, s
pose d'un anneau Gramme porté
seul palier d'une longueur consid
assurant une marche parfaite, m
des vitesses dépassant de beauc
vitesse normale. L'anneau tourn
un champ magnétique intense, c
une seule bobine inductrice, qui
cée en dérivation ou en tensio
l'anneau, suivant que le moteur e
tiné à être al
par des circuits
tentiel constan
intensité const

Le collecteur
bronze; les bal
cuivre, sont por
un porte-balais
construction fo
tique permett
réglage et un
tien facile de c
ties. Nous ind
plus loin l'application de cet apparei
ventilateur.

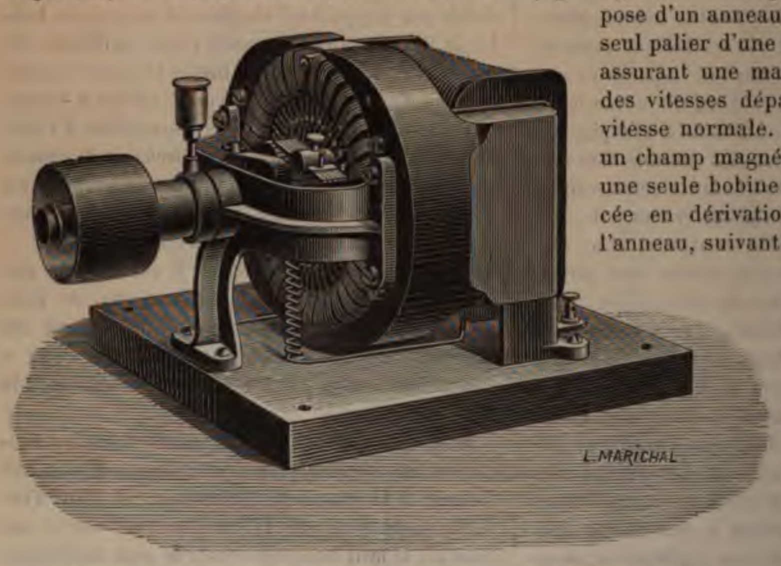


Fig. 651. — Moteur type (Société alsacienne de constructions mécaniques, Belfort).

Moteur Deprez. — Ce moteur est m
électrique. La bobine est du genre Si
Les aimants inducteurs (fig. 652) sont
à plat, afin d'utiliser la plus grande
du magnétisme de l'aimant et non p
lement celui des parties voisines des
Deux balais en fil de laiton amènent le c
à la bobine. Ils peuvent être déplacés
nière à s'incliner plus ou moins et à é
volonté leurs points de contact de la fen
zontale du commutateur, ce qui per
graduer la vitesse engendrée par un
courant. On peut même changer le se
rotation sans toucher aux rhéophores :
d'incliner assez le support mobile qui p

ır alterner leurs contacts avec les co-
ı commutateur.
ɜur peut servir à des petits travaux de
ɛce : actionner une machine à coudre
il quelconque, remonter les poids de
ɪppareils télégraphiques, etc. Il porte
ın régulateur qui rend sa vitesse assez
pour qu'on puisse même l'employer
aux de précision, par exemple à faire
des machines à diviser ou des cylin-
gistreurs. Ce régulateur se compose
ressort en communication constante
des extrémités du fil de la bobine, et
mine par une vis dont la pointe, par son contact avec le commutateur, ferme le circuit. Ce ressort participe au mouvement de rotation de la bobine, et, dès que la vitesse devient trop grande, il s'écarte de l'axe sous l'influence de la force centrifuge, et le courant se trouve interrompu jusqu'à ce que la bobine ait repris sa vitesse normale.

La manivelle qu'on voit à gauche sert à faire tourner l'armature, lorsqu'on veut employer l'appareil comme machine magnéto-électrique. Il faut alors serrer à fond la vis du régulateur, afin de le fixer. Les courants produits sont alternatifs : on peut les recueillir directement ou les transformer en un courant continu suivant

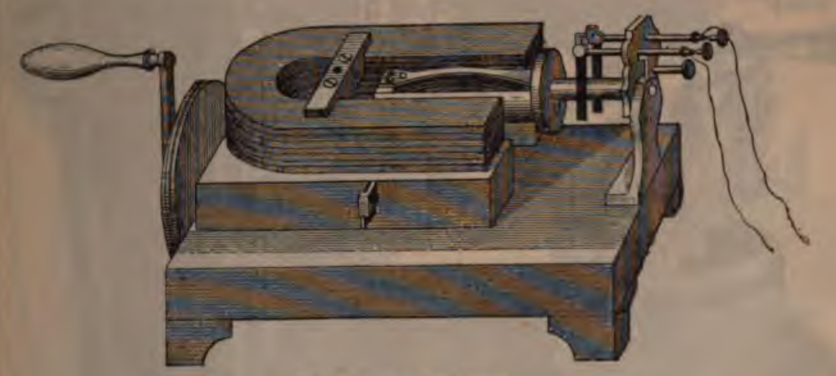


Fig. 652. — Moteur Deprez.

n des balais sur le commutateur. Le
èle, qui possède un aimant de 1,7 ki-
et une bobine pesant 0,4 kilogramme,
e force électromotrice de 5 volts : il
remplacer facilement deux éléments
Employé comme moteur, et actionné
éléments Bunsen grand modèle, il
t kilogrammètre par seconde.

Trouvé. — Pour les expériences de
n électrique décrites plus haut,
é s'est servi d'un petit moteur, que
ns représenté (Voy. Bateau), et dont
e est un anneau Gramme ; le noyau
de rondelles de fer doux, taillées
feuille de tôle de 2 millimètres
ır et séparées par des feuilles de
ır ce noyau s'enroule un petit nombre
le fil. Les électro-aimants inducteurs
concentriquement cet anneau, à une
aussi petite que possible, pour aug-
puissance à poids égal. Pour d'au-
cations, M. Trouvé construit un mo-
la bobine *f* (fig. 653) est du genre
elle tourne entre deux pièces polaires *a*,
en forme d'ellipsoïde, et animées par un électro-aimant placé à la partie inférieure de l'appareil. La figure 653 montre le moteur

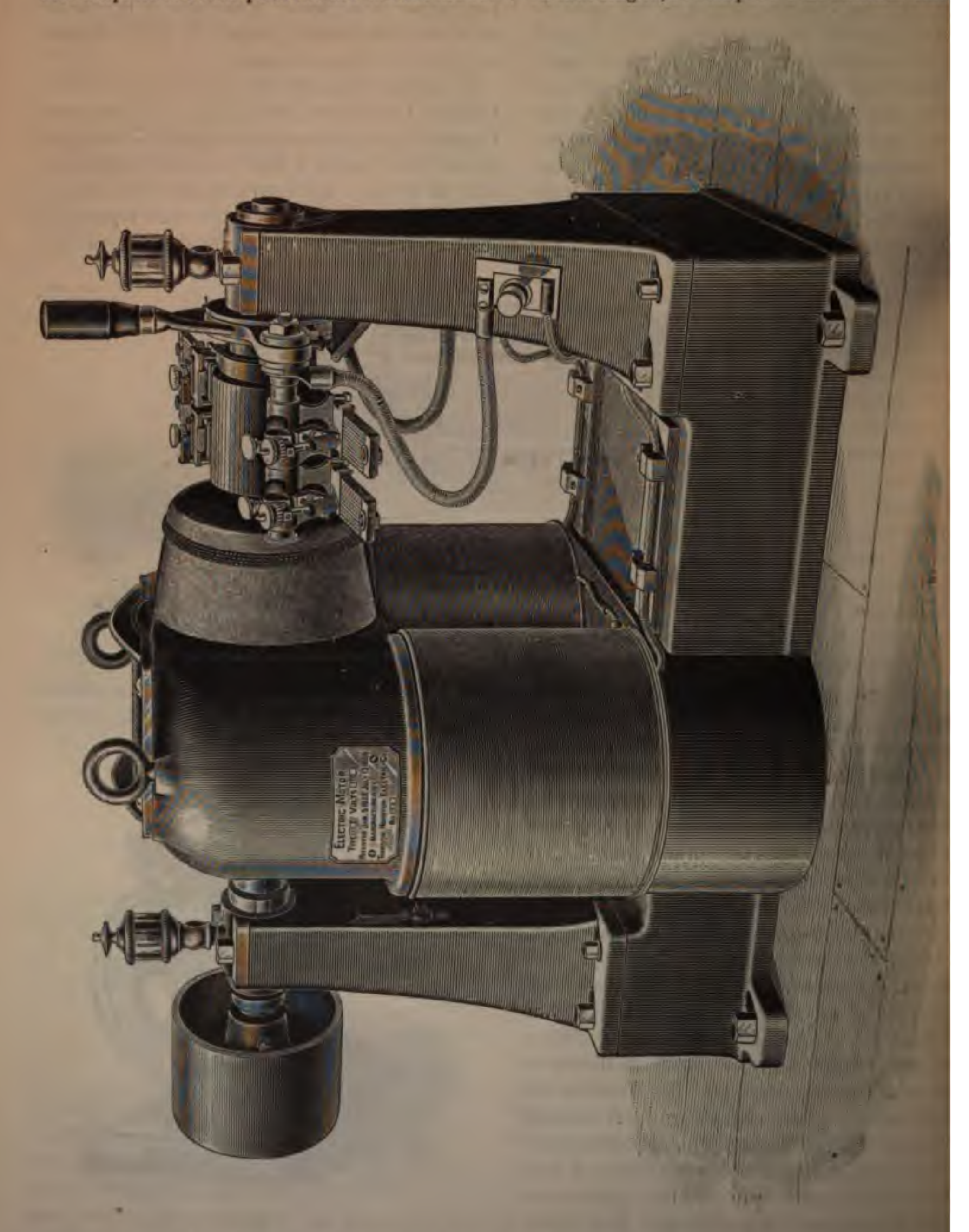


Fig. 653. — Moteur Trouvé.

disposé sur un pied en fonte indépendant qu'on peut enlever à volonté. Le moteur a 25 centimètres de longueur sur 15 de largeur et 20 de

hauteur : il peut produire 3 kilogrammètres. Il peut servir à actionner une machine à coudre ou tout autre petit appareil du même genre. On l'emploie souvent pour mettre en marche les machines d'électricité statique destinées usages médicaux.

Moteur Siemens. — Ce moteur, très répan en Allemagne, se compose d'un anneau Gram



tournant entre des pièces polaires animées par un électro placé latéralement. Il est surtout destiné à fournir des forces de 0,1 à 1 cheval. Le mode d'enroulement varie suivant les applications.

Moteur Thomson-Houston. — Dans le mot Thomson-Houston (fig. 654), les pièces pola de l'électro-aimant, dont les noyaux sont indriques, enveloppent presque complèteme

, dont le noyau a une section presque son enroulement est du système Sieiodifié, et l'électro est placé en dérivadisposition particulière du noyau de ire et la faible résistance de ses bobines nt beaucoup la perte due aux courants ault et à la résistance intérieure. Il en que l'échauffement de la machine est

oteurs sont destinés à fonctionner sur uits à différence de potentiel constante, le plus souvent de 110, 220, 400 et 600 volts. Les balais ne donnent pas d'étincelles et leur position reste invariable, quelles que soient les variations du travail. Les types construits actuellement sont compris entre un et quinze chevaux.

La disposition des organes est telle que toutes les parties sont faciles à inspecter et à entretenir. La poulie est disposée pour permettre l'entraînement de la courroie dans tous les sens.

M. E. Thomson fait construire aussi des mo-

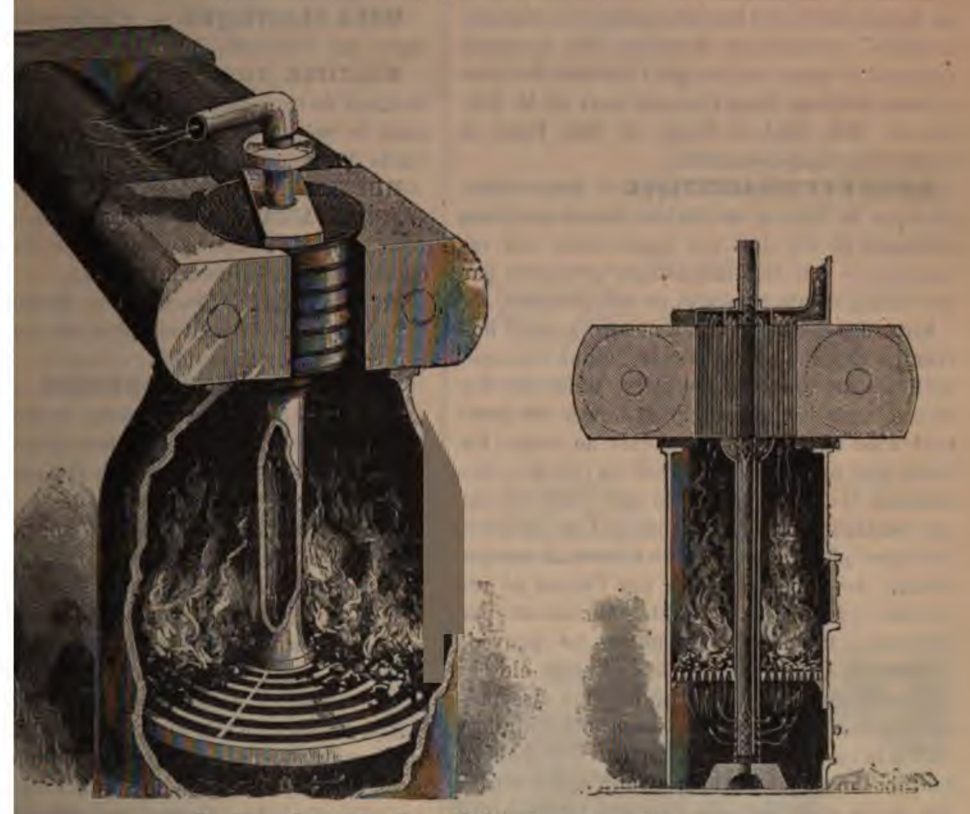


Fig. 655. — Coupe et vue d'ensemble du moteur pyromagnétique.

courants alternatifs. L'armature comix bobines radiales, enroulées sur des de fer doux et montées en série. Les és du fil aboutissent à deux lames d'un ateur à six touches reliées entre elles leux. Une paire de balais, calés à 180° 'autre, est montée en dérivation sur le le la génératrice. Les inducteurs préšix pôles, disposés radialement en face nes induites. Ils sont enroulés en série s directement sur le circuit de la généChaque fois qu'une bobine induite de champ magnétique, le courant est inversé et l'action électro-magnétique garde le même signe : la rotation continue donc.

Moteur Sprague (de Chicago). — L'armature a un enroulement Siemens modifié; le noyau est formé de couches alternatives de disques de papier et de fer. Ce moteur, qui est toujours à double enroulement, possède une disposition spéciale pour la mise en marche : l'action de l'enroulement en série est d'abord renversée pour produire l'excitation du champ, puis il reprend son sens ordinaire, dès que la force contre-électromotrice commence à se développer.

Applications des moteurs. — Les petits moteurs,

comme ceux de M. Trouvé et de M. Deprez, servent, comme nous l'avons indiqué déjà, à faire mouvoir de petits appareils, machines à coudre, etc. Les modèles plus puissants que nous avons indiqués servent, ainsi que les machines dynamos de Gramme et de Siemens, aux applications de la transmission de l'énergie. Enfin MM. Dumont et Postel-Vinay ont combiné un petit moteur spécialement destiné à la manœuvre des signaux de chemins de fer.

MOTEUR GÉNÉRATEUR. — On donne ce nom en Angleterre à des transformateurs à courants continus, permettant d'utiliser des courants continus de haute tension pour des distributions à basse tension. Nous citerons ceux de M. Edison, de MM. Jehl et Rupp, de MM. Paris et Scott (Voy. TRANSFORMATEUR).

MOTEUR PYROMAGNÉTIQUE. — Moteur imaginé par M. Edison en 1887 et dans lequel une armature de fer doit son mouvement aux variations de son état magnétique produites par des changements brusques de température.

Entre les deux pôles d'un électro-aimant horizontal (fig. 655) peut tourner, autour d'un axe vertical, un faisceau de petits tubes de fer mince, dans lesquels on peut lancer un courant d'air chaud pour les porter au rouge. Un écran plat est disposé sur l'axe de rotation, au-dessous des tubes, de sorte que l'une de ses extrémités soit plus rapprochée de l'un des pôles et l'autre plus rapprochée de l'autre. A chaque instant, les tubes masqués par l'écran ne reçoivent pas d'air chaud et s'aimantent par influence, tandis que les autres ne peuvent s'aimanter à cause de leur température élevée. L'échauffement des tubes produit une dissymétrie du champ d'où résulte la rotation. L'air destiné à la combustion du foyer traverse d'abord les tubes masqués par l'écran, afin de les refroidir, et par suite possède déjà une température assez haute quand il arrive dans le foyer. Un moteur de ce système pesant environ 679 kg. développe environ trois chevaux. M. Edison a construit sur le même principe une machine dynamo (V. GÉNÉRATEUR PYROMAGNÉTIQUE).

MOTOGRAPHE OU MOTOPHONE. — Appareil imaginé par M. Edison et servant de relais télégraphique et de récepteur téléphonique.

MOU D'UN CABLE. — Longueur supplémentaire qu'on donne à un câble sous-marin pour qu'il puisse reposer librement sur le fond de la mer. Cette longueur varie généralement entre 5 et 10 p. 100 de la longueur nécessaire.

MOUSE-MILL. — Petite machine électrostatique servant à électriser l'encre dans le siphon recorder (Voy. ce mot) de Th

MOUSTIQUAIRE ÉLECTRIQUE. — D
tion imaginée par M. Scherer pour se
des moustiques, si gênants dans les
chauds. C'est une enceinte grillagée d
barreaux communiquent alternativemen
les deux pôles d'une bobine d'inductio
centre est une lampe à incandescence, d
lumière attire les moustiques : quand il
lent traverser le grillage, ils sont tués
décharge électrique.

MOXA ÉLECTRIQUE. — Cautérisatio
duite par l'étincelle électrique.

MULTIPLE (TÉLÉGRAPHE). — Télégrapl
mettant de transmettre plusieurs dépêch
dans le même sens, soit en sens contra
l'aide d'un seul fil (Voy. TÉLÉGRAPHE).

MULTIPLEX. — Syn. de multiple.

MULTIPLICATEUR. — Organe du ga
mètre (Voy. ce mot) qui augmente l'act
courant sur l'aiguille aimantée.

MULTIPOLAIRE (MACHINE). — Dynam
les inducteurs présentent plus de deux
(Voy. MACHINE D'INDUCTION).

MUSCLE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE. —
reil imaginé par M. Trouvé pour mettre
dence le mode de la contraction muscul
est formé d'une série d'électro-aimants,
rant mutuellement par leurs pôles cont
et réunis par des parallélogrammes art
de manière à totaliser les efforts. San
préjuger de la forme du muscle et san
tendre en rappeler tous les effets, ce p
pareil en explique cependant toutes le
priétés et montre que la puissance d'un
est la résultante de toutes les actions m
laires. Il explique très bien la contraction
d'un muscle par l'électrisation localisée
avoir recours à des actions réflexes ou à l
pagation de l'ébranlement moléculaire.

MYOGRAPHE. — Appareil imagin

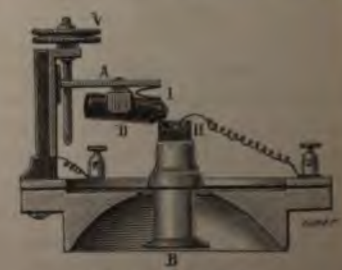


Fig. 656. — Myophone.

M. Marey pour enregistrer les mouv
musculaires, et dont le style, pour atté

rottement, ne touche le papier que par intermittences; pour cela le style est commandé par un électro-aimant.

MYOPHONE. — Microphone employé par L. Boudet de Paris pour l'étude des bruits des muscles. On applique l'embouchure de l'appareil (fig. 656) sur le muscle, de sorte que celui-ci soit en contact avec le bouton explorateur B. Ce bouton traverse une membrane de parchemin bien tendue et porte à son extrémité le charbon inférieur H du microphone. Le second charbon D est suspendu par son milieu, et un morceau de papier I, formant ressort, l'appuie contre le charbon H. Enfin la vis V permet d'abaisser ce dernier et de régler la sensibilité de l'appareil. L'état normal des muscles est caractérisé par un bruit rotatoire dont la hauteur et l'intensité augmentent par la contraction volontaire.

N

NAVIGATION ÉLECTRIQUE. — Navigation dans laquelle on fait usage d'un moteur électrique. Dès 1838, Jacobi essaya de faire marcher sur la Néva un bateau mû par l'électricité; cette tentative n'eut aucun succès. Les résultats obtenus depuis quelques années s'appliquent surtout aux bateaux de plaisance et aux petites embarcations de guerre (Voy. BATEAU et TORPILLEUR).

NÉGATIF. — Qui est chargé d'électricité négative (Voy. ÉLECTRICITÉ).

Pôle négatif. — Pôle qui a le potentiel le plus faible.

NÉGATIF (ÉLECTRO-). — Se dit des corps qui, dans l'électrolyse, vont en sens contraire du courant, parce qu'on les suppose électrisés négativement.

NEUTRE. — Se dit des corps qui ne sont pas électrisés.

Ligne neutre. — Ligne qui, dans un corps chargé d'électricité ou de magnétisme, sépare les parties positives des négatives.

NICKELAGE. — Opération qui consiste à recouvrir, par voie électrolytique, un objet métallique d'une couche de nickel, soit pour empêcher l'oxydation, soit pour préserver les métaux mous de l'usure mécanique. Imaginé par Bottger en 1846, le nickelage a été rendu pratique par J. Adams, Jacobi, Remington et Gaiffe.

Les bains de nickel se font avec de l'eau distillée ou au moins de l'eau de pluie; ils ne doivent pas être trop froids; ils doivent avoir au début une réaction légèrement acide, et être maintenus soigneusement neutres pendant l'opération; sinon le dépôt devient gris et cassant.

Les deux formules suivantes sont choisies parmi les plus usitées.

Bain Gaiffe.

Eau distillée..................	10 parties.
Sulfate double de nickel et d'ammoniaque.............	1 —

On dissout le sel dans l'eau chaude et l'on filtre après refroidissement.

Bain Roseleur.

Eau distillée..................	100 parties.
Sulfate double de nickel et d'ammoniaque.............	4 —
Carbonate d'ammoniaque....	3 —



Fig. 657. — Nickelage des petits objets.

On dissout séparément les deux sels dans l'eau chaude et l'on verse le carbonate dans le sulfate double, en ayant soin de ne pas dépasser la neutralisation, puis on ajoute le reste de l'eau.

Avant d'être plongés dans le bain, les objets doivent subir un polissage d'autant plus soigné qu'on veut obtenir un plus beau dépôt, puis dégraissés et décapés (Voy. Électrochimie). Le polissage est supprimé pour les objets grossiers. Pour ces trois opérations, les procédés varient avec la nature du métal. Le zinc doit être d'abord recouvert d'une forte couche de cuivre, sinon il se dissoudrait dans le bain.

Les bains tendent à s'appauvrir au voisinage des objets immergés; on évite cet appauvrissement en remuant fréquemment les objets.

Pour nickeler de très petits objets, on peut les placer dans une passoire en grès (fig. 657) au fond de laquelle on dispose en spirale un fil mince de laiton en communication avec le pôle négatif. La passoire est tenue à la main et agitée pendant toute l'immersion. L'anode, tenue de la main gauche, est plongée au milieu de la passoire, sans toucher les objets. On fait alors usage d'un bain chaud. Dans le nickelage, on peut se servir soit d'une anode soluble, soit d'une anode insoluble en platine ou en charbon; mais l'opération doit toujours être conduite avec beaucoup de précaution (Voy. Bouant, *la Galvanoplastie*).

NICKELINE. — Alliage de nickel qui remplace souvent le maillechort dans les boîtes de résistances, sa résistance spécifique variant encore moins avec la température.

NIELLURE ÉLECTRIQUE. — La niellure est l'art d'incruster des sulfures métalliques dans des traits gravés en creux sur métal. Cette opération peut se faire facilement par les procédés électrochimiques.

On opère d'abord comme pour une damasqu nure (Voy. ce mot), mais on laisse un peu pl longtemps dans le bain d'acide sulfurique, manière à avoir des traits un peu plus creu On applique alors le sulfure à la spatule, et l'o chauffe assez fortement pour fondre ce dépô On laisse refroidir et on polit jusqu'à ce que l gravure soit seule couverte de sulfure.

NIGRITE. — Mélange isolant formé de caout chouc et de cire noire (produit de la distillatio partielle de l'ozokérite).

NIVEAU ÉLECTRIQUE. — Syn. de potenti électrique.

Lignes de niveau. — Syn. de lignes équipo tentielles (Voy. Équipotentiel).

NIVEAU D'EAU ÉLECTRIQUE. — Apparei servant à avertir lorsque le niveau de l'ea d'une chaudière s'abaisse assez pour qu'il soi nécessaire d'en ajouter. Les deux pôles d'un pile sont reliés l'un à une tige métallique ver ticale dont l'extrémité inférieure indique la li mite au-dessous de laquelle l'eau ne doit pa descendre, l'autre à une bague isolée placée au bas de cette tige. Une sonnerie à grande résis tance est placée en dérivation. Quand il y a as sez d'eau, le liquide ferme le circuit, et la son nerie ne reçoit qu'une dérivation insuffisant pour la faire marcher; quand le niveau tombe au-dessous de la limite fixée, la sonnerie reçoit tout le courant et se met à tinter.

NOYAU. — Cylindre, lame ou fils de fer doux placés dans une bobine ou dans les inducteurs d'une machine d'induction, d'un transformateur, etc.

O

OBTURATEUR ÉLECTRIQUE. — Plusieurs inventeurs ont construit pour les chambres noires photographiques des obturateurs mus par l'électricité. Celui de M. Mauduit est formé d'une guillotine, retenue par une tige de cuivre horizontale qui pénètre dans une dent pratiquée sur le bord de la lame d'acier. Cette tige est fixée à un disque de fer doux, qui est attiré par un électro-aimant, lorsqu'on y lance le courant d'une petite pile. Quand le disque est attiré, la tige abandonne la guillotine, qui tombe immédiatement.

M. Démarest s'est servi aussi d'un obturateur électrique dans une ascension aérostatique faite à Rouen en 1880.

ODEUR ÉLECTRIQUE. — Odeur qui accompagne les décharges électriques, et qui est due à la formation d'ozone et d'acide azotique.

ŒUF ÉLECTRIQUE. — Appareil servant à produire des décharges électriques dans les gaz de nature différente et sous diverses pressions. C'est un vase de verre, de forme ovoïde, dans lequel pénètrent deux tiges de cuivre, dont l'une est fixe, tandis que l'autre peut être

ncée plus ou moins profondément, pour varier l'écartement. Ces deux tiges étant s en communication avec les deux pôles e bobine d'induction ou d'une machine



58. — Œuf électrique (Daloz, Gillet et A. Guyet-Sionnest).

rostatique, la décharge se produit (fig. 658).

uf de De La Rive. — Appareil montrant la tion d'un courant autour d'un aimant, sous le de gerbe lumineuse. C'est un vase de



Fig. 659. — Œuf de De La Rive.

ovoïde (fig. 659) dans lequel on fait le comme dans un tube de Geissler. Il rene une tige de fer doux A, qui s'aimante par influence, lorsqu'on la place sur un électro-aimant E, et deux électrodes *aa'*, dont la première se termine par un cercle qui entoure la tige A. Ces deux électrodes étant reliées aux deux bornes d'une machine d'induction, on voit se produire entre *a* et *a'* une lueur qui tourne autour de A. Le sens de la rotation change quand on intervertit le courant dans l'œuf ou dans l'électro-aimant.

ŒUF-SOUPAPE. — Appareil imaginé par Gaugain et muni de soupapes analogues à celles des tubes de Holtz.

OHM. — Unité pratique de résistance électrique qui vaut 10^9 unités C. G. S. de résistance. Les meilleures méthodes employées pour déterminer la valeur de l'ohm ont montré qu'elle est égale à la résistance d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section, et dont la longueur est comprise entre 106,2 et 106,3 cm. La commission internationale a adopté 106 cm., et a donné à l'unité ainsi définie le nom d'*ohm légal*. C'est l'unité ordinairement adoptée dans les boîtes de résistances.

Étalons de l'ohm légal. — Pour la mesure des résistances, on construit des résistances ayant exactement la valeur de l'ohm légal. Ces résis-



Fig. 660. — Étalon secondaire de l'ohm légal.

tances sont quelquefois la copie exacte des prototypes : deux petites fioles de verre contenant du mercure sont réunies par un tube de verre

rempli du même liquide. On règle la longueur et le diamètre du tube pour avoir exactement la résistance voulue. Cette disposition encombrante est souvent remplacée par celle de la figure 660, dans laquelle le tube est recourbé. Le vase de verre peut être rempli d'eau à la température pour laquelle la résistance est con-

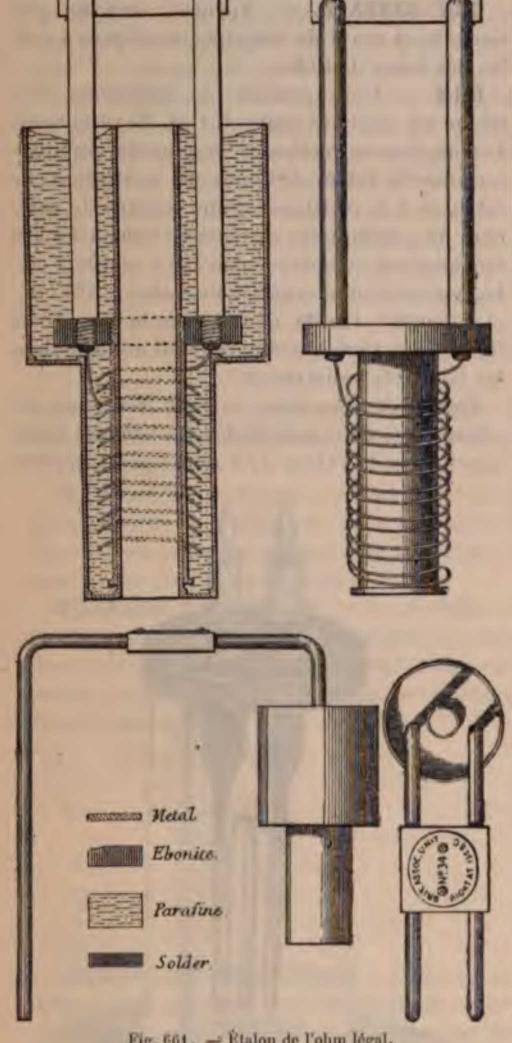


Fig. 661. — Étalon de l'ohm légal.

nue avec exactitude. Cette forme est désignée sous le nom d'étalon secondaire.

Enfin on emploie souvent des bobines formées, comme toutes les bobines de résistance, d'un fil de maillechort ou d'un alliage d'argent et de platine, enroulé en double pour éviter les effets d'induction (fig. 661). Les extrémités de ce fil sont soudées à deux tiges de cuivre recourbées, de résistance négligeable, qu'on peut faire plonger dans du mercure pour établir les communications. Cette bobine est placée dans une enveloppe de cuivre mince, remplie de paraffine, ce qui permet de plonger le tout dans l'eau pour porter le fil à la température pour laquelle sa résistance est exactement connue.

La compagnie Edison-Swan construit des étalons analogues, mais la bobine a la forme d'un anneau plat; le fil est en alliage argent-platine. Ces bobines sont étalonnées par comparaison avec des étalons qui ont été eux-mêmes comparés avec l'étalon original de l'Association britannique au laboratoire Cavendish, à Cambridge.

OHMMÈTRE. — Appareil imaginé par MM. Ayrton et Perry, et servant à mesurer les résistances à l'aide du rapport $\frac{E}{I} = R$. Il permet de mesurer la résistance d'un conducteur tandis qu'il est traversé par un courant. Cet appareil est formé d'une aiguille aimantée soumise à l'action de deux bobines placées à angle droit. L'une des bobines, à gros fil, est dans le circuit principal; l'autre, à fil fin, est mise en dérivation entre les extrémités de la résistance à mesurer. Si les bobines et l'aiguille sont bien proportionnées, les déviations sont proportionnelles aux résistances.

OKONITE. — Isolant employé en Amérique et formé de 38 parties de caoutchouc et 62 d'hydrocarbures naturels, d'oxydes et de silicates.

OMBRE ÉLECTRIQUE. — Phénomène observé par M. Holtz en 1881. L'une des électrodes de la machine de Holtz étant terminée en pointe, et l'autre munie d'une grande calotte concave, garnie à l'intérieur d'un morceau de soie maintenu par l'attraction électrique, on voit apparaître un point brillant à l'extrémité de la pointe et un cercle lumineux sur la calotte concave. Si l'on interpose alors un corps conducteur ou demi-conducteur, isolé ou communiquant avec le sol, on observe une ombre sur l'électrode concave. Les corps isolants ne donnent pas d'ombre s'ils sont petits; lorsqu'ils sont un peu grands, ils peuvent produire une ombre, mais elle s'efface peu à peu.

ONDULATEUR. — Appareil imaginé par M. Lauritzen, pour remplacer le *siphon recorder* dans la télégraphie sous-marine. La partie principale du récepteur est un aimant en forme de X qui oscille entre les 8 pôles des 4 électro-aimants et entraîne avec lui un petit tube plein d'encre.

ONDULEUR. — M. Solignac a donné ce

nom à un appareil destiné à faciliter l'emploi des transformateurs avec des courants continus, ce qui permet d'avoir à la fois les avantages des deux systèmes et d'éviter les inconvénients des distributions par courants alternatifs.

L'usine centrale envoyant dans la ligne un courant continu à haute tension, on coupe cette ligne à chaque station et l'on intercale deux transformateurs ordinaires. En dérivation de chaque transformateur, on met un onduleur, et dans la branche du transformateur un inverseur de courant.

Chaque onduleur intercale successivement en dérivation de son transformateur une série de résistances qui vont du court circuit à l'ouverture complète, puis il les enlève peu à peu, de sorte que l'intensité augmente d'abord dans celui-ci de zéro à un certain maximum, puis redescend à zéro. A ce moment, les pôles du transformateur se trouvent intervertis, ce qui peut se faire sans étincelles, et le sens du courant secondaire est changé pendant l'ondulation suivante.

L'onduleur est toujours double, de sorte que, l'un des transformateurs se trouvant en court circuit, l'autre soit sans dérivation, afin d'équilibrer le travail sur la machine.

Cet appareil permet d'obtenir facilement une distribution à haute tension et à courant continu. Il donne encore le moyen de brancher sur des courants continus des appareils qui sont essentiellement à courants alternatifs, comme la bougie Jablochkoff.

OPHTALMOSCOPE ÉLECTRIQUE. — L'ophtalmoscope sert à éclairer le fond de l'œil pour faciliter l'examen de la rétine. Le modèle ordinaire est formé d'un petit miroir concave, qui renvoie dans l'œil observé la lumière d'une lampe, et qui est percé d'un petit trou, à travers lequel on observe. M. Giraud-Teulon a imaginé un ophtalmoscope binoculaire, dans lequel le faisceau lumineux, provenant de la rétine observée, est divisé par des prismes à réflexion totale et pénètre dans les deux yeux de l'observateur, pour produire le relief stéréoscopique.

Dans cet appareil, l'éclairage est obtenu par une lampe Edison, alimentée par 3 éléments Trouvé, et placée entre les prismes à réflexion totale, par conséquent devant l'observateur et en face du sujet.

OPPOSITION (Méthode d'). — Voy. Méthode.

OPPOSITION (Montage en). — Syn. de montage en batterie. (Voy. Montage.)

OPTO-GALVANIQUE (Réaction). — Sensations lumineuses qui se produisent à chaque interruption lorsqu'on électrise la tête avec un courant d'intensité moyenne en plaçant l'une des électrodes près de l'œil. L'intensité de cette réaction permet de mesurer l'état d'atrophie du nerf optique.

ORAGE. — Voy. Électricité atmosphérique, Foudre, Magnétisme terrestre.

ORAGE MAGNÉTIQUE. — On désigne ainsi les variations brusques et accidentelles des éléments magnétiques. Ces orages coïncident souvent avec l'apparition des aurores boréales.

ORGUE ÉLECTRIQUE. — Orgue dans lequel, en appuyant sur chaque touche, on ferme un circuit comprenant un petit électro-aimant qui commande l'ouverture du tuyau correspondant. Deux ou trois éléments de pile suffisent à cet usage.

L'application de l'électricité aux orgues simplifie beaucoup le mécanisme et permet de placer le clavier à une distance quelconque des tuyaux.

ORTHORHÉONOME. — Appareil imaginé par M. Fleischl pour étudier l'action de l'électricité sur les nerfs.

OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES. — Les courants induits sont généralement accompagnés d'oscillations rapides du potentiel. Ainsi, si l'on met l'une des extrémités du fil induit en communication avec la terre, et si l'on interrompt le circuit inducteur, l'autre extrémité du fil induit subit des inversions rapides de potentiel.

Méthode des oscillations. — Voy. Méthode.

OSCILLATION NÉGATIVE. — Phénomène découvert par Du Bois-Reymond, et qui consiste en ce que le courant naturel d'un nerf ou d'un muscle est plus faible dans la période d'activité fonctionnelle qu'au repos. L'oscillation négative se produit encore, mais moins fortement, lorsque l'excitation du nerf est mécanique, chimique ou thermique. Ce phénomène n'est sans doute pas continu et résulte de modifications périodiques très rapprochées dans la tension du courant primitif.

OSCILLOGRAPHE. — Appareil servant à étudier l'action du roulis sur un navire et à déterminer ses conditions de stabilité.

OSMOSE ÉLECTRIQUE. — Passage d'un liquide à travers une cloison poreuse sous l'action d'un courant. M. Porret, puis M. Gore, ont constaté que ce transport se fait généralement dans le sens du courant. Il y a exception pour la solution alcoolique saturée de bromure de baryum, qui se déplace en sens inverse.

OZOKÉRITE. — L'ozokérite, ou cire fossile de Moldavie, est une substance bitumineuse qu'on a trouvée près de la houille, en Moldavie. Elle est d'un jaune brunâtre, avec reflet verdâtre, translucide en lames minces, d'une odeur assez forte, analogue à celle du pétrole. Elle paraît formée de plusieurs principes pyrogénés distincts, et se présente en masses irrégulières, formées de couches fibreuses et contournées. Les propriétés isolantes de l'ozokérite la font employer quelquefois à la place de la gutta-percha dans les appareils électriques. Elle sert surtout à préparer la cire minérale et la paraffine.

P

PACHYTROPE. — Commutateur inverseur imaginé par M. Stœhrer.

PACINOTTI (Anneau de). — Induit dont l'enroulement est analogue à celui de l'anneau Gramme.

PALETTE. — On donne quelquefois ce nom à l'armature d'un électro-aimant, surtout lorsqu'elle est plate et rectangulaire.

PANTÉLÉGRAPHE. — Télégraphe reproduisant l'écriture ou les dessins. (Voy. Télégraphe.)

PANTÉLÉPHONE. — Sorte de microphone imaginé par M. de Locht-Labye, et formé d'une pastille de charbon et d'une lame métallique.

PANTINS ÉLECTRIQUES. — Voy. Danse.

PAPIER ÉLECTRIQUE. — Le papier bien sec s'électrise facilement par frottement et peut servir à montrer les attractions et les répulsions électriques. On peut même en tirer des étincelles : il suffit de frotter vigoureusement la feuille, de la soulever par un coin et d'en approcher le doigt (fig. 662). Le papier écolier, le papier à lettres peuvent servir à cet usage. On obtient de très bons résultats avec du papier trempé dans un mélange à volumes égaux d'acide nitrique et d'acide sulfurique, puis lavé à grande eau et séché.



Fig. 662. — Étincelle obtenue à l'aide d'un papier électrisé.

PAPIER BANDE TÉLÉGRAPHIQUE. — Le papier bande employé dans les appareils Morse, Hughes, Baudot, est bleu pâle, uni, exempt de grain, bien collé, et large de 10 millimètres. Il est en rouleaux de 160 mètres, pesant 80 grammes chacun. Le papier bande huilé, employé dans l'appareil Wheatstone, est blanc, large de 12 millimètres ; il est livré en rouleaux de 300 mètres pesant environ 400 grammes.

PARACHUTE ÉLECTRIQUE. — Disposition électique appliquée par M. Rive en 1881 aux parachutes des bennes de mines. Le déclenchement est maintenu par un courant continu, qui se trouve interrompu lorsque le câble de suspension vient à casser, et le parachute s'ouvre immédiatement.

PARADOXE MAGNÉTIQUE. — Si un pôle d'aimant supporte une armature et qu'on mette en contact avec lui un pôle de nom contraire et de même intensité, l'armature se détache, parce que les lignes de force vont directement d'un pôle à l'autre.

PARAFFINE. — Mélange de divers carbures forméniques très condensés, qui constitue le résidu de la distillation incomplète du pétrole. On en extrait encore du bitume, des goudrons, de l'ozokérite (cire minérale). Ses propriétés varient un peu avec son origine.

rifiée, la paraffine est solide, blanche, ›re, insipide, un peu grasse au toucher. est employée en télégraphie pour isoler les ucteurs aux points de jonction. On emploie des fils entourés de coton paraffiné. Le er paraffiné est employé dans les conden- ırs et les paratonnerres à plaques.

ıRAFOUDRE. — Syn. de PARATONNERRE.

ıRALLÈLE MAGNÉTIQUE. — Lieu des ts où le champ terrestre a même grandeur ême direction.

ıRAMAGNÉTIQUE. — Syn. de MAGNÉTIQUE.

ıRATONNERRE. — Appareil servant à pro- r un édifice ou un appareil électrique con- es effets de la foudre.

ıratonnerres pour les édifices. — On doit anklin l'idée d'élever sur les édifices de es tiges métalliques, en parfaite commu-

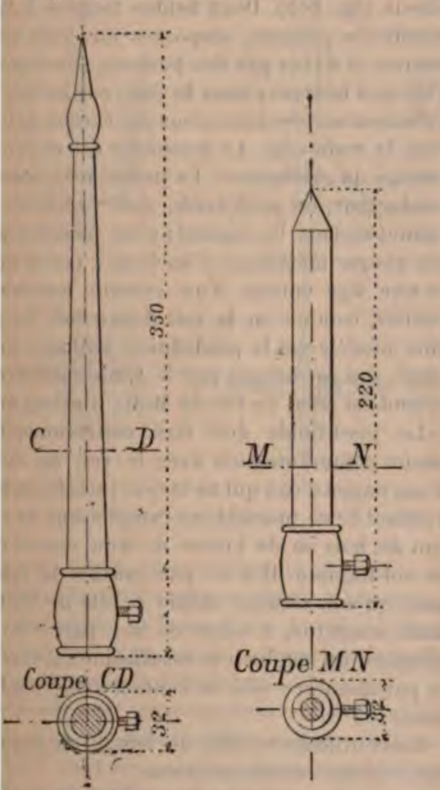


Fig. 663. — Pointes de paratonnerres.

ıtion avec le sol, pour les protéger contre la ıre. Si un nuage électrisé passe au-dessus 'édifice, la pointe laisse écouler de l'électri- contraire, qui pourra, si l'air est calme, r neutraliser le nuage ; sinon cette électri- pourra au moins se répandre dans l'air dessus de l'édifice et neutraliser l'action des nuages. Si la foudre vient à tomber, elle frappe la tige de préférence aux parties voisines de l'édifice, et s'écoule dans le sol par le conducteur, sans causer aucun dommage. Mais il faut pour cela que le paratonnerre soit en parfaite communication avec le sol ; sinon il devient plus dangereux qu'utile.

Les paratonnerres sont formés le plus souvent d'une tige en fer ayant 3 à 5 mètres de longueur, et 2 centimètres de diamètre. La pointe du paratonnerre doit être bien conductrice, afin qu'elle ne soit pas fondue par l'action de la décharge : aussi la forme-t-on généralement d'un cône de cuivre de 30 degrés environ d'ouverture, que l'on fixe solidement à la partie supérieure de la tige de fer.

La figure 663 représente deux formes très employées ; l'une est un tronc de cône terminé par une olive, puis par une pointe très aiguë ; l'autre est un cylindre terminé par un cône assez évasé pour éviter la fusion de la pointe.

M. Buchin a fait breveter en 1877 des pointes

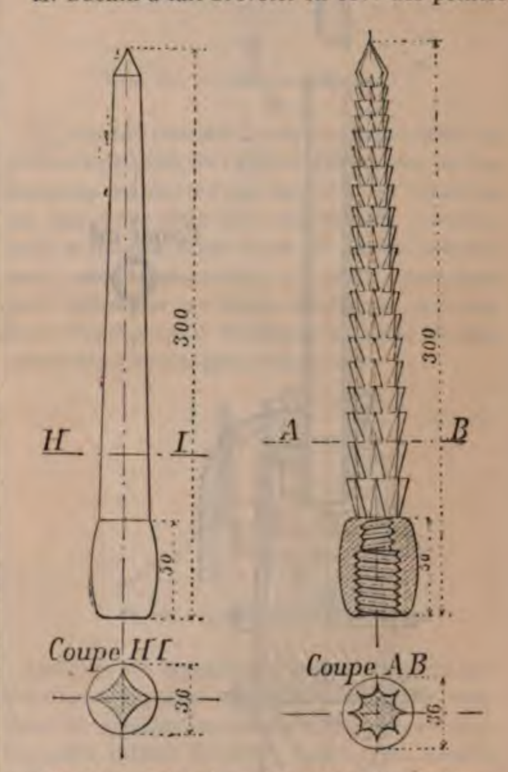


Fig. 664. — Pointes de paratonnerres, système Buchin.

de paratonnerres à section angulaire (fig. 664), qui se terminent au sommet par une pyramide ; cette disposition facilite l'écoulement de l'électricité. Dans l'autre modèle figuré, les a·

sont divisées en un grand nombre de pointes ou de pyramides, qui augmentent encore l'ac-

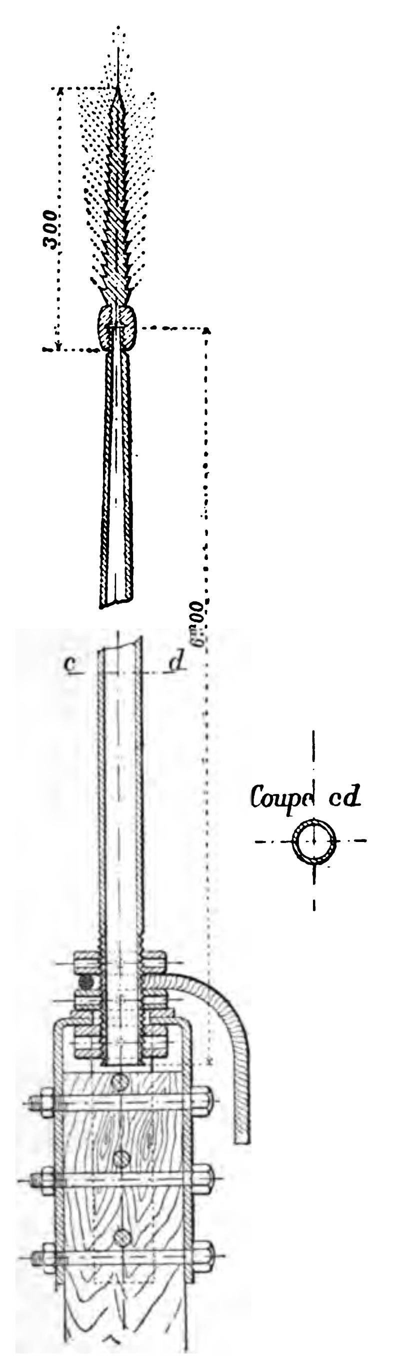


Fig. 665. — Montage des paratonnerres Buchin.

tion préventive. Ce système a été adopté à l'Observatoire du Pic du Midi.

La communication avec le sol est établie par un câble en fil de fer ou plutôt une sé barres de fer, et, pour éviter toute solut continuité, l'on recouvre soigneusemen les joints de soudure. Des barres en fer (20 millimètres d'épaisseur conviennent tement. Toutes les masses métalliques i tantes placées à l'extérieur ou à l'intéri l'édifice, toitures, chêneaux, gouttières pentes en fer, conduites d'eau et de gaz, (être rattachées soigneusement au cond pour éviter qu'il jaillisse des étincelles en pièces et le conducteur lors des chutes (dre.

M. Buchin a rendu le montage des pa nerres extrêmement facile. La tige coni en fer creux. Elle porte à sa partie sup la pointe décrite plus haut, et sa base est sur une certaine longueur et reçoi écrous (fig. 665). Deux brides forgées à mande du poinçon, disposées en croix dernier et fixées par des boulons, sont p d'un trou laissant passer la tige ; ces brid fortement serrées entre deux des écrous de pour la maintenir. Le troisième est dest serrage du conducteur. La partie inférie conducteur, ou *perd-fluide*, doit présent bonne surface de contact; c'est généra une plaque métallique d'environ 1 mètre ou une tige munie d'un certain nomb pointes, comme on le voit figure 666. I mier modèle est le perd-fluide Callaud, forgé, qui est adopté par le génie milit second est celui du Pic du Midi; il est en

Le perd-fluide doit être constamm bonne communication avec le sol, au d'une nappe d'eau qui ne tarisse jamais, o à défaut de ce procédé, en remplissant d bon de bois ou de braise un trou creus un sol humide. Il n'est pas inutile de r quer qu'une citerne, même si elle ne t mais, constitue, à cause de ses parois méables, un conducteur insuffisant : il fa le paratonnerre soit en contact avec le tier.

Il est utile de vérifier de temps en te bon état des communications.

Zone de protection. — Il est de la plus importance de savoir quelle est exacten surface protégée par un paratonnerre. O mis pendant longtemps qu'elle était limi un cercle ayant pour centre le pied du pa nerre et un rayon double de la haute tend à penser aujourd'hui que cett trop forte. La Commission ch l'établissement des paraton

municipaux de Paris a admis que, dans une construction ordinaire, le paratonnerre protège efficacement le volume d'un cône vertical de révolution ayant la pointe pour sommet, et la hauteur de la tige, mesurée à partir du faîtage et multipliée par 1,75 pour rayon du cercle de base. Au Congrès des électriciens tenu à Paris en 1881, M. W. H. Preece, ingénieur électricien du Post-Office de Londres, a déclaré que, d'après les documents qui lui étaient parvenus, un paratonnerre paraît protéger absolument un espace solide limité par une surface de révolution dont la demi-courbe méridienne est constituée par un quart de cercle, de rayon égal à la

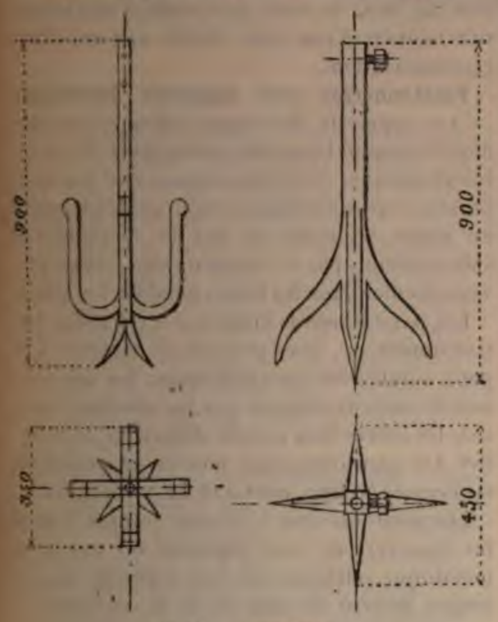
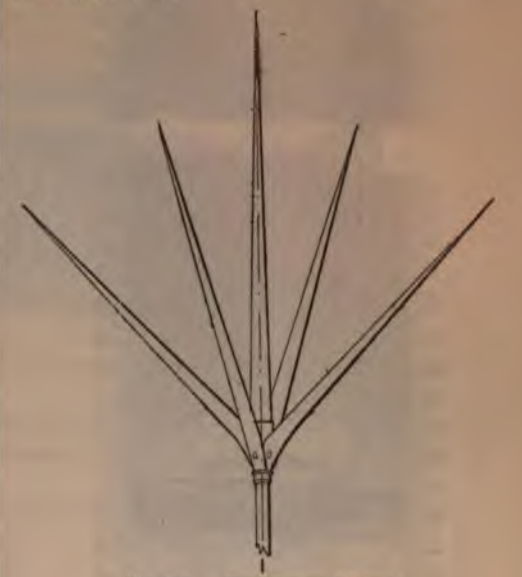


Fig. 666. — Perd-fluide.

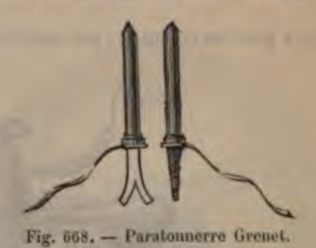
hauteur du paratonnerre et tangent à celui-ci à son extrémité supérieure et aussi à l'horizontale passant par sa base. Cette dernière limite est la plus petite et par conséquent celle qu'il est le plus prudent d'accepter.

Vérification des paratonnerres. — Les paratonnerres pouvant devenir fort dangereux lorsqu'il se produit une solution de continuité dans le circuit métallique, il est indispensable de vérifier de temps en temps le bon état des communications. Pour cela, on mesure la résistance de l'appareil par les méthodes ordinaires. On peut encore attacher à la pointe du paratonnerre un fil relié avec une sonnerie et une pile dont l'autre extrémité est en parfaite communication avec la terre. Si la sonnerie tinte, le circuit est en bon état.

Paratonnerre Melsens. — Un autre système a été appliqué par Melsens à l'Hôtel de Ville de Bruxelles et adopté depuis par divers constructeurs (fig. 667).


Fig. 667. — Paratonnerre Melsens.

Ce procédé consiste à disposer sur toutes les parties saillantes de l'édifice des pointes ou des bouquets de pointes courtes, et à les relier au sol par une série de conducteurs enveloppant la maison d'une sorte de réseau métallique à très larges mailles, qui suffit cependant pour constituer un écran électrique et soustraire l'édifice qu'il enveloppe à toutes les manifestations électriques extérieures.


Fig. 668. — Paratonnerre Grenet.

La figure 668 montre les paratonnerres du système Grenet, qui est analogue à celui de Melsens. Dans ce système on emploie comme conducteurs des rubans de cuivre rouge ayant 3 centimètres de largeur et 2 millimètres d'épaisseur, et pesant 500 grammes par mètre. Ce ruban a le même pouvoir conducteur que les barres de fer de 2 centimètres d'épaisseur exigées par la Commission municipale, qui pèsent 3 kilogrammes par mètre.

Grâce à leur légèreté, ces conducteurs ne

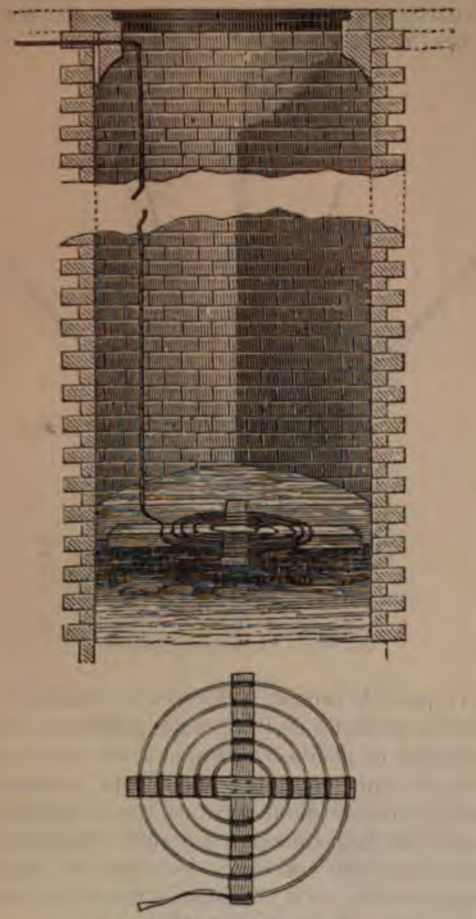


Fig. 669. — Perd-fluide (système Grenet).

surchargent pas les toitures ; par suite ils n'exigent aucune précaution spéciale dans la construction et peuvent être appliqués sur des édifices déjà existants. A cause de leur forme, ils peuvent s'appliquer facilement sur toutes les surfaces du bâtiment en en suivant tous les contours ; ils offrent plus de surface de contact et se soudent plus sûrement avec les parties métalliques des faîtages, de la couverture, des chéneaux, gouttières, tuyaux de descente, etc.

Enfin la forme de ruban permet de remplacer avantageusement l'ancien perd-fluide par une spirale d'environ 15 mètres de longueur, fixée sur un croisillon spécial, et qui occcupe, au fond du puits, une hauteur inférieure à 8 centimètres (fig. 669), de sorte qu'il suffit d'une très petite hauteur d'eau pour établir une excellente communication.

Paratonnerres pour appareils électriques. — Les appareils électriques reliés à une ligne d'une certaine longueur, notamment les postes télégraphiques et téléphoniques, sont munis de paratonnerres destinés à éviter que les appareils ne soient détériorés et que les opérateurs ne soient atteints par les courants intenses qui peuvent circuler dans les lignes pendant les orages.

Les paratonnerres employés à cet usage sont très nombreux, mais peuvent se ramener à un petit nombre de types différents ; les uns utilisent la chaleur dégagée par les courants intenses, les autres leur grande différence de potentiel. Les paratonnerres à pointes appartiennent au dernier groupe, ceux à fil fin au premier.

Les paratonnerres à fil sont formés d'un fil fin recouvert de soie, reposant sur une pièce métallique reliée au sol. Les courants dus aux orages brûlent la soie, et le fil se trouve en communication avec la terre.

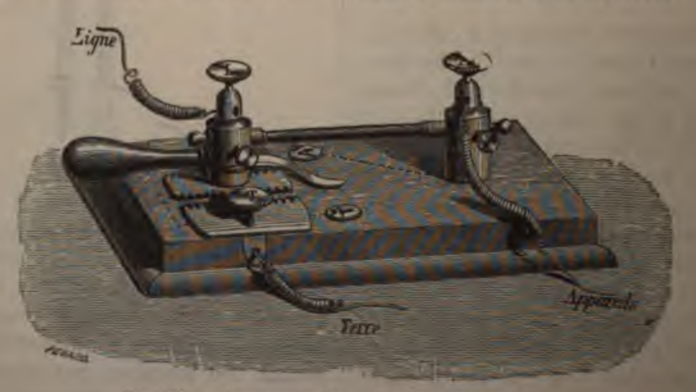


Fig. 670. — Paratonnerre à fil fin et à pointes (Bréguet).

Dans d'autres appareils, deux plaques métalliques, dont l'une est à la terre et l'autre intercalée sur la ligne, sont séparées par une feuille mince de papier paraffiné, de mica ou de gutta-

ha. Les courants intenses percent la lame nte et vont à la terre, tandis que les cou- s télégraphiques sont sans action.

Le modèle (fig. 670) possède les deux systèmes. La ligne est reliée aux appareils par un fil de fer très fin, protégé par un petit tube de

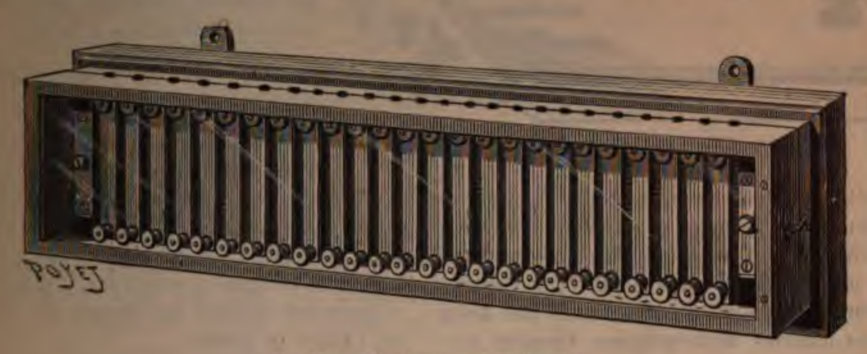


Fig. 671. — Paratonnerre à 25 directions.

creux, et qui fond lorsqu'un courant énergi- traverse la ligne. D'autre part la borne qui te la ligne est fixée sur une plaque de mé- munie de dents, en face de laquelle se trouve autre plaque, située à très petite distance, ement munie de dents et communiquant la terre. Pendant les orages l'électricité oule à la terre par les pointes. Enfin une ette permet de relier la ligne directement appareils ou à la terre, en la plaçant sur ou l'autre des deux plots métalliques situés part et d'autre.

Administration des Téléphones de Paris usage de paratonnerres à pointes et aussi de tonnerres à lames (fig. 671). Ces derniers ploient pour postes de 1 à 50 directions. ocle en fonte est strié; les lames placées au- us le sont également. En cas de décharge, urant passe d'une lame au socle et de là à rre.

n adjoint souvent à ce paratonnerre un cy- re d'ébonite, dont la moitié est recouverte e lame de cuivre reliée au sol. Quand l'o- commence, on fait faire un demi-tour à ce ndre, et toutes les lames sont mises à la e. On peut enfin ajouter à chaque lame un n.

. Van Rysselberghe a imaginé un paraton- e formé de deux disques de cuivre séparés une mince feuille de papier ayant la forme ésentée (fig. 672), qui produit un écarte- t de 0,05 à 0,06 millimètre. Ce paraton- e est très sensible : il devient conducteur le courant de 200 éléments Leclanché. Il d'ailleurs supporter des étincelles de n. de longueur sans être détérioré; les deux s sont seulement brunies légèrement. Tous les postes du système Van Rysselberghe et les appareils munis du système anti-inducteur du

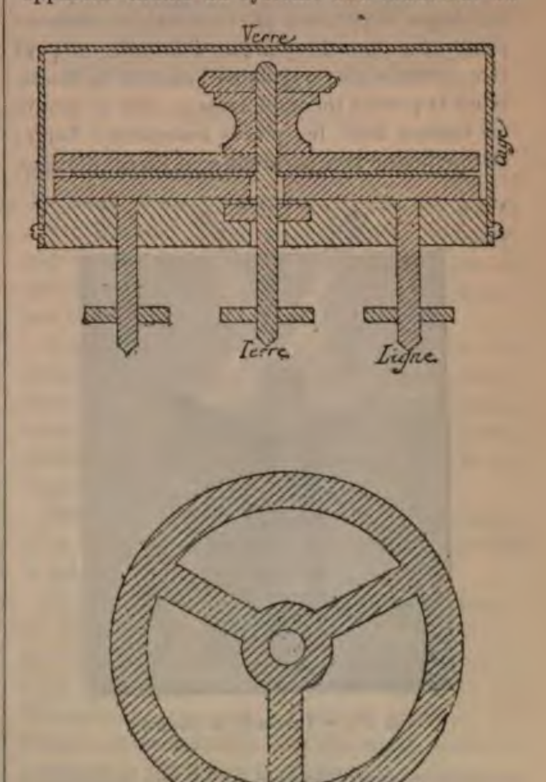


Fig. 672. — Paratonnerre Van Rysselberghe.

même inventeur ont des parafoudres de cette espèce.

La télégraphie militaire fait usage d'un paratonnerre à stries (fig. 673) analogue aux para-

tonnerres à pointes. Deux planchettes de cuivre, séparées par une distance d'environ un demi-



Fig. 673. — Paratonnerre à stries.

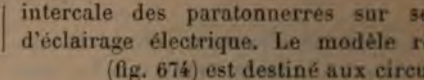
millimètre, portent des rainures profondes de 2 millimètres et formant des arêtes bien vives. Ces rainures sont longitudinales sur la planchette inférieure et transversales sur l'autre. Les nombreux points de croisement des deux systèmes d'arêtes rectangulaires forment autant de points d'écoulement à la terre. La plaque inférieure est maintenue dans un plateau en ébonite; elle communique d'une part avec la ligne, de l'autre avec les appareils du poste. La plaque supérieure glisse dans des rainures pratiquées dans le plateau d'ébonite, et peut être poussée plus ou moins loin vers la droite. Si on la pousse incomplètemen., elle se trouve en contact avec les pièces marquées : Terre; on fonctionne avec paratonnerre. En cas d'orage,



Fig. 674. — Parafoudre E. Thomson.

on pousse complètement la plaque supérieure vers la droite, ce qui a pour effet de réunir les appareils avec cette plaque et par suite avec le sol.

La Société Thomson-Houston, ayant constaté plusieurs fois des détériorations d'appareils par suite de décharges d'électricité atmosphérique,



intercale des paratonnerres sur s
d'éclairage électrique. Le modèle r
(fig. 674) est destiné aux circu
Il est formé de deux plaques
qui vont en s'écartant vers le
mais sont séparées à la base
distance inférieure à $\frac{1}{16}$ de p
mm.). La partie inférieure de
ques est entourée par les pôle
d'un gros électro-aimant, de r
négligeable, intercalé dans le circuit. L
plaques, marquée *Earth*, est réunie à u
terre, conduite d'eau ou de gaz; l'autre,
Line, avec la ligne à préserver. Un ap
ce genre est disposé sur chaque fil, l'u
ler, l'autre au retour.

S'il se produit une décharge, elle t
terre aux plaques de l'appareil; mais il
par suite, à la base des plaques, un arc
sisterait et formerait un court circuit
s'il n'était repoussé par l'action des
l'électro vers la partie supérieure des
où il se trouve rompu, l'écart étant tro
Des appareils analogues sont disposés
lignes à incandescence.

PARÉLECTRONOMIQUE. — Du Bois-R
appelle ainsi la partie du tissu qui en
muscle et dont la force électromotrice,
contraire à celle du muscle, l'annule c
ment.

PARKÉSINE. — Substance isolante fo
fulmi-coton et d'huile de ricin, et inve
M. Parkes.

PARLEUR ou SOUNDER. — Appareil
les dépêches télégraphiques au son. Ce
est très employé en Italie et en Amériq
Télégraphe).

PATE A PAPIER (Fabrication de
M. Ch. Kellner a inventé récemment un n
procédé dans lequel la pâte de bois es
lorée par l'électricité.

Le bois découpé est trempé dans u
tion de sel gemme, puis le mélange est
à l'électrolyse, qui donne de la soude
négatif et du chlore au pôle positif. C
substances agissent comme dissolvants
chissants. On renverse le courant de te
temps pour mélanger la soude et le
Sous l'action de ces agents, le bois su
désagrégation et un blanchiment co
tandis que le sel marin se reforme san
Cette nouvelle application de l'électri
rapproche de celle décrite plus haut (Vo
chiment).

GALVANOSCOPIQUE. — Patte de préparée à la manière de Galvani r de galvanoscope. On coupe la gre- deux, on dépouille les membres in- t l'on garde seulement une jambe avec la cuisse correspondante. On place dans un tube de verre, le nerf sor- trémité. On a ainsi un galvanoscope facilement $\frac{1}{200}$ de volt et dont les in- sont visibles de loin.

ÉLECTRIQUE. — Procédés de pêche age de l'électricité. On peut intro- s l'eau une lampe à incandescence at attire les poissons, ou produire u l'explosion d'une cartouche de , pour tuer les poissons qui se trou- s le voisinage. Ces procédés sont en France.

ne le même nom à une petite récréa- nsiste à pêcher des poissons de papier l'une ligne ayant pour amorce un ceau de cire à cacheter qu'on frotte t avec de la laine.

. — Substance isolante formée de en poids de poix grecque et d'un tiers calciné. Ce mélange, peu coûteux, ux que l'ébonite. Il est très employé t tire son nom de l'italien *pece* (poix).

E. — Commutateur utilisé dans cer- tisseurs destinés aux chemins de fer ertains modes de block-system. La établie sur la voie et actionnée par e des trains. Ce système ne semble r de bons résultats.

ne encore le nom de pédale aux appa- pel pour sonnerie (Voy. ce mot) qui vrent avec le pied.

. — Pièce métallique garnie de poin- les; organe des machines électrosta- les paratonnerres télégraphiques.

LE ÉLECTRIQUE. — Électroscope mot) formé d'une balle de sureau à un fil de soie.

ne le même nom aux pendules qui régulariser les horloges et dont le nt est entretenu électriquement. OGE.

CARTE. — Appareil portant deux étalliques entre lesquelles on place pour la percer par la décharge d'une le Leyde. Le trou percé dans la carte les bavures des deux côtés, et, si les tes sont à des hauteurs différentes, il rès de la pointe négative.

PERCE-VERRE. — Appareil muni de deux pointes (fig. 675) entre lesquelles on dispose

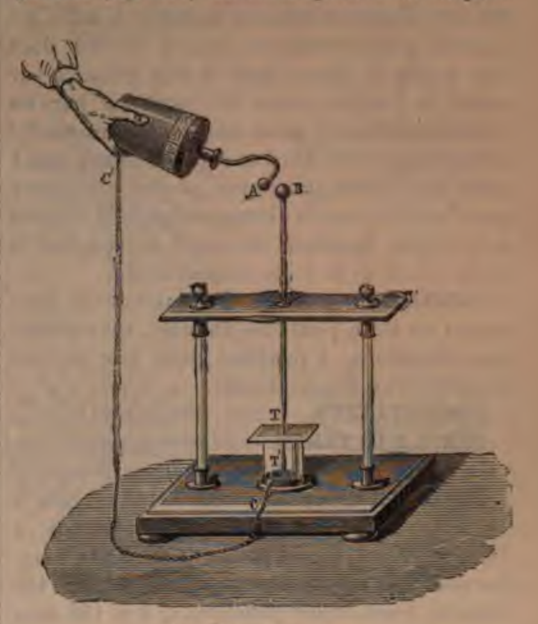


Fig. 675. — Perce-verre.

une plaque de verre pour la percer par la décharge d'une bouteille de Leyde ou mieux d'une batterie. Il est bon de noyer la pointe supérieure dans une goutte d'huile ou de pétrole, pour empêcher la décharge de contourner le verre.

Avec de fortes batteries, on peut percer une plaque de plusieurs centimètres d'épaisseur; mais il faut alors que les deux pointes soient complètement noyées dans une substance isolante, par exemple un mélange de cire et de résine.

PERD-FLUIDE. — Partie d'un paratonnerre (Voy. ce mot) qui établit la communication avec le sol.

PERFORATEUR ÉLECTRIQUE. — On donne ce nom à divers appareils : perce-carte et perce-verre, outils employés dans les mines (Voy. Perforatrice), organe du télégraphe de Wheatstone, appareil servant à perforer les bandes du mélographe de Carpentier pour les préparer à être employées dans le mélotrope.

PERFORATRICE ÉLECTRIQUE. — Outil servant à perforer et actionné par un moteur électrique. (Voy. Haveuse.)

PÉRIODE VARIABLE. — Voy. État variable.

PERMÉABILITÉ MAGNÉTIQUE. — Soit, dans un champ uniforme, un corps capable de prendre une aimantation uniforme, par exemple

une sphère homogène. Son état peut être regardé comme provenant d'une modification du milieu qui la compose, analogue à celle qui existait antérieurement dans le milieu dont elle a pris la place, mais le flux de force par unité de surface ayant été multiplié par un certain coefficient qu'on appelle la *perméabilité magnétique*. Ce coefficient est plus grand que 1 pour les corps magnétiques, et plus petit que 1 pour les substances diamagnétiques. Il dépend à la fois de la nature du corps, de son état et de la valeur de la force magnétisante.

PERMISSIF. — Se dit du blok-system dans lequel un train peut être autorisé, sous certaines conditions, à pénétrer dans une section bloquée (Voy. BLOCK-SYSTEM).

PERMUTATEUR. — Syn. de COMMUTATEUR.

PERTE A LA TERRE. — Dérangement qui provient d'une communication fortuite avec la terre.

PERTE DE CHARGE. — On donne ce nom à la perte d'énergie, due principalement à l'échauffement, qui se produit dans toute canalisation. Elle est en moyenne d'environ 6 p. 100 dans les conducteurs principaux, 2 p. 100 dans les câbles intermédiaires et 2 p. 100 dans les dérivations, total 10 p. 100.

PERTE DE COURANT. — Dérangement produit par le contact d'un fil avec un autre conducteur ou avec la terre.

PERTURBATION MAGNÉTIQUE. — Syn. d'ORAGE MAGNÉTIQUE.

PÉTROLE (ESSAI DU) **PAR L'ÉLECTRICITÉ.** — L'appareil Seybold, fort employé en Amérique, sert à essayer l'inflammabilité du pétrole par une étincelle d'induction. Le pétrole est chauffé dans une petite chaudière munie d'un thermomètre. A chaque degré ou demi-degré, on fait passer une étincelle, jusqu'à ce que l'inflammation se produise.

PHARE ÉLECTRIQUE. — Phare éclairé par un ou plusieurs régulateurs électriques. Après quelques essais infructueux, tentés en Angleterre, la lumière électrique fut installée pour la première fois aux deux phares de la Hève, près du Havre, en 1863 et 1865; les lampes étaient alimentées par des machines de l'Alliance.

Depuis cette époque, l'arc voltaïque fut installé a Odessa en 1866, à Souter-Point en 1871, aux caps Gris-Nez et Lézard en 1878, puis à Calais, Planier, Dunkerque, La Canche en France, South-Foreland, Sainte-Catherine en Angleterre, etc.

Les machines de l'Alliance ont été abandonnées depuis longtemps, mais, après quelques essais, on a laissé également de côté en général les dynamos pour revenir aux m[...] magnéto-électriques. C'est qu'en effet, [...] leurs qualités de volume et de prix de [...] plus réduits, les dynamos sont délic[...] plus sujettes aux avaries. Les machines m[...] électriques sont plus robustes, et les [...] réparations indispensables (changem[...] collecteur ou d'une bobine) peuvent êt[...] sur place et instantanément par le gar[...] machine employée le plus souvent est [...] chine magnéto de Méritens à courants alt[...] (Voy. MACHINE D'INDUCTION). On se ser[...] quelquefois de la dynamo Gramme à [...] continu, semblable à celle qui alimente [...] jecteurs des navires de guerre.

Comme source lumineuse, on fait us[...] de la lampe Serrin, modifiée par M. Ber[...] d'empêcher l'échauffement exagéré de l'[...] aimant par les courants alternatifs, [...] régulateur Gramme, plus constant [...] réglage plus parfait. Cet appareil, p[...] foyer de l'*optique*, glisse sur des rails, [...] être, en cas d'accident, remplacé inst[...]ment par une lampe de rechange.

La surveillance du gardien est rend[...] facile par l'adjonction d'une petite lent[...] projette sur un écran l'image du foye[...]neux. Une lampe à huile à quatre mèc[...] toujours prête à remplacer les foyers [...]ques, s'ils étaient tous deux hors de serv[...]

On sait que le foyer d'un phare est [...] d'un système de lentilles et de miroirs, [...] *optique*, qui sert à concentrer la lumièr[...] faisceau horizontal (fig. 676). Le foyer en [...] est au centre de la cage; il est ento[...] une série de lentilles à échelons; au[...] et au-dessous sont disposées des couro[...] prismes à réflexion totale, qui renvoien[...]zontalement les rayons les plus diverge[...]

Dans certains appareils, l'optique est [...] feu n'éclaire alors qu'une partie de l'h[...] celle qui regarde la mer : ce sont les *fe[...]* Les *feux scintillants* s'obtiennent à l'ai[...] appareil optique qui n'éclaire qu'un [...] nombre de secteurs de l'horizon, et qui [...] autour du foyer. Dans ces derniers ap[...] tous les éclats peuvent être blancs, ou [...]tain nombre peuvent être rouges, ce q[...]tient par la coloration du système optiq[...]

Dans les phares à feux blancs sépa[...] des éclipses, la durée d'un éclat est d[...] tiers de seconde, celle d'une éclipse est [...] de la durée d'un éclat ou d'un groupe d'[...]

Dans les appareils à feux blancs sépa[...] des feux rouges, la durée d'un éclat

trois quarts de seconde, la durée d'un éclat ... d'une demi-seconde. La durée des éclip... qui séparent les éclats blancs d'un groupe triple de la durée de ces éclats; la durée ... éclipses qui séparent les groupes rouges

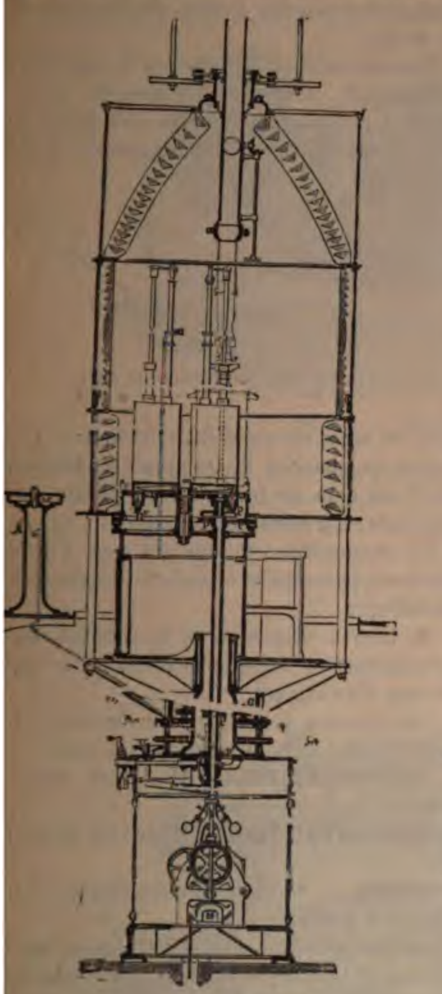


Fig. 676. — Optique d'un phare.

...groupes blancs est double de celle des ...es précédentes.

...dministration française a adopté les huit ...ères suivants, représentés par la figure 677, ... laquelle les traits pleins indiquent les ... blancs, et les traits pointillés les éclats ...s.

...eux à éclats blancs uniformément séparés.
...eux à éclats blancs par groupes de deux.
...eux à éclats blancs par groupes de trois.
...eux à éclats blancs par groupes de quatre.
...eux à éclats alternativement blancs et rouges.
...eux à groupes de deux éclats blancs séparés par un éclat rouge.
7° Feux à groupes de trois éclats blancs séparés par un éclat rouge.
8° Feux à quatre éclats blancs séparés par un éclat rouge.

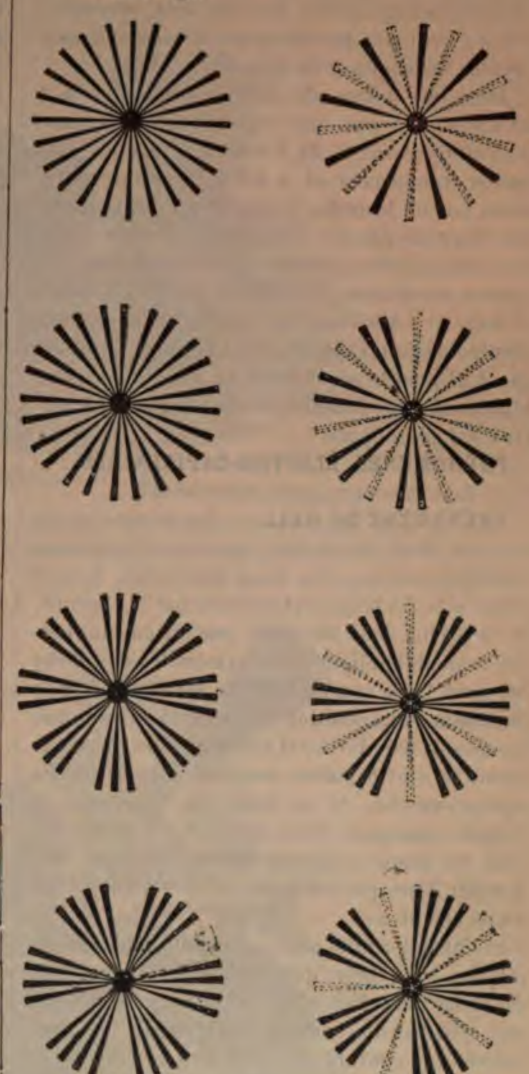


Fig. 677. — Différents caractères des phares français.

On avait craint tout d'abord que la lumière électrique, moins riche en rayons jaunes et verts que les autres lumières, traversât moins facilement le brouillard. Des expériences instituées en 1883 à South-Foreland par la Commission anglaise des phares (*Corporation of the Trinity House*), et dans lesquelles on avait installé une lampe électrique, une lampe à gaz et une lampe à huile sur trois tours voisines, ont montré que la lumière électrique est la plus puissante par tous les temps et celle qui pénètre le plus loin dans le brouillard.

M. Allard, inspecteur général des phares français, a fait une série d'expériences et de calculs, d'où il résulte que la portée des phares croît beaucoup moins vite que leur intensité; il n'y a donc pas un très grand avantage à augmenter beaucoup cette dernière.

Ainsi un phare de 6250 carcels porte à 53 kilomètres par une transparence moyenne de l'atmosphère, à 24 kilomètres par un état moins transparent et à 3,7 kilomètres seulement par un brouillard intense qui règne environ dix nuits par an. Un phare d'intensité vingt fois plus grande (125000 carcels) aura dans les mêmes conditions une portée de 75,4 kilom., 32 km. et 4,6 kilom. La portée est donc augmentée dans le rapport de 1,42 pour le premier cas, 1,34 pour le second et 1,24 pour le dernier; le gain est donc d'autant plus faible que le brouillard est plus épais.

PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CAPILLAIRES. — Voy. ÉLECTRO-CAPILLAIRES (PHÉNOMÈNES).

PHÉNOMÈNE DE HALL. — Supposons qu'on fixe aux deux extrémités opposées d'une lame métallique mince les deux électrodes A et B d'une pile. La lame est traversée par le courant. Si on prend deux fils reliés par un galvanomètre et qu'on applique leurs extrémités *a* et *b* sur les deux faces opposées de la lame, on trouve facilement une position telle que le galvanomètre ne soit pas dévié : il suffit que les deux extrémités *a* et *b* soient sur une même surface équipotentielle. Si la lame est homogène et d'égale épaisseur, les surfaces équipotentielles sont des plans perpendiculaires à la ligne AB; il suffit donc que les points *a* et *b* soient dans un de ces plans.

Si l'on détermine alors un champ magnétique intense, de sorte que la lame soit perpendiculaire aux lignes de force de ce champ, une partie du courant traverse le galvanomètre. Le courant va de *a* à *b* à travers le galvanomètre pour le fer, le cobalt, le zinc, en sens inverse pour le nickel, l'or, l'argent, le bismuth; il est nul pour le plomb et le platine.

Si *e* est l'épaisseur de la lame, I l'intensité du courant total, F celle du champ, et *k* une constante qui varie avec la nature du métal, la différence de potentiel entre *a* et *b* est $\frac{kIF}{e}$.

Ce phénomène est dû à une déviation des lignes de flux et des lignes équipotentielles sous l'action du champ magnétique.

PHÉNOMÈNE DE KERR. — On désigne sous ce nom les résultats suivants observés par M. Kerr. Lorsqu'un faisceau de lumiè risée se réfléchit sur l'un des pôles d' tro-aimant, le plan de polarisation tou certain angle en sens contraire de la du courant. Ainsi le pôle nord d'un aimant fait tourner le plan de polarisat la droite.

Pour le vérifier, on place en L une s lumière (fig. 678) et l'on tourne le ni façon à polariser la lumière soit dans d'incidence, soit perpendiculairement à

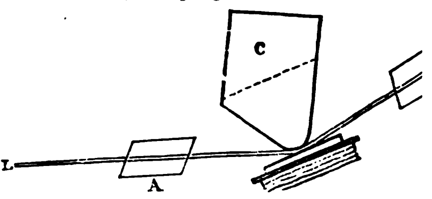


Fig. 678. — Phénomène de Kerr.

puis on amène le nicol B à l'extinction. vateur se place en E. On ajoute ordina en C un coin de fer doux qui paraît concentrer la force magnétique.

Le phénomène est plus net sous l'i normale, parce qu'on évite l'effet dû à la r métallique.

M. Kerr a observé aussi la rotation de polarisation lorsque la réflexion se le côté d'un aimant.

On trouvera à l'article POUVOIR ÉLECT QUE d'autres faits observés par M. Kerr.

PHÉNOMÈNE PELTIER. — Voy. EF TIER.

PHÉNOMÈNE THOMSON. — Voy. EFF SON.

PHONE. — Récepteur téléphonique *noplex* d'Édison.

Le phone est formé d'un aimant e cheval, dont chaque branche porte une Le diaphragme qui vibre devant ces bobin une tige filetée, munie d'un écrou, qui chaque vibration frapper sur un anneau fendu en produisant un bruit particulie mant et les bobines sont renfermés d étui de laiton.

PHONOÉLECTROSCOPE. — Cet appar giné par M. Edwin Smith est formé de d des à l'unisson tendues sur une caisse En faisant passer un courant dans l' cordes, le son s'abaisse plus ou moins; c gement permet de calculer la quantité tricité qui a traversé le fil en un temp ou l'intensité du courant.

PHONOGRAPHE. — Appareil imaginé

…t destiné à reproduire la parole humaine. …rigine, le phonographe n'empruntait rien …lectricité. Il se composait d'un cylindre métallique P dont l'axe AA est fileté (fig. 679), de façon que la manivelle le fait tourner et avancer en même temps. La surface du cylindre

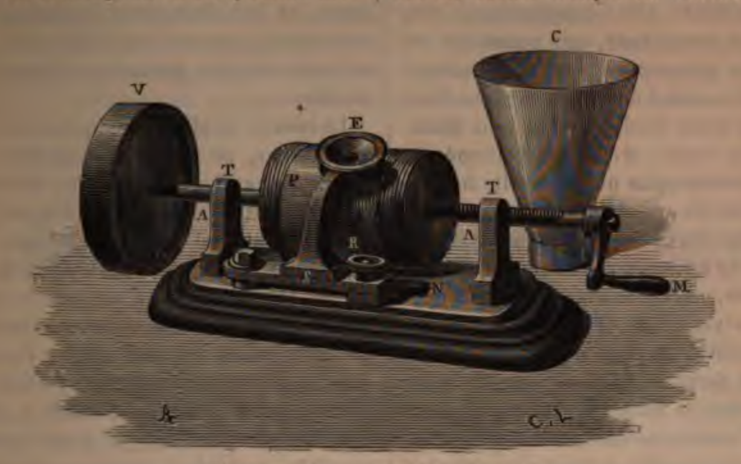


Fig. 679. — Phonographe (modèle primitif).

une rainure hélicoïdale de même pas, et …tre recouverte pour chaque expérience …feuille d'étain. Au fond d'un cornet E est disposée une membrane vibrante dont les mouvements peuvent se transmettre à un style inscripteur en contact avec la feuille d'étain. Si

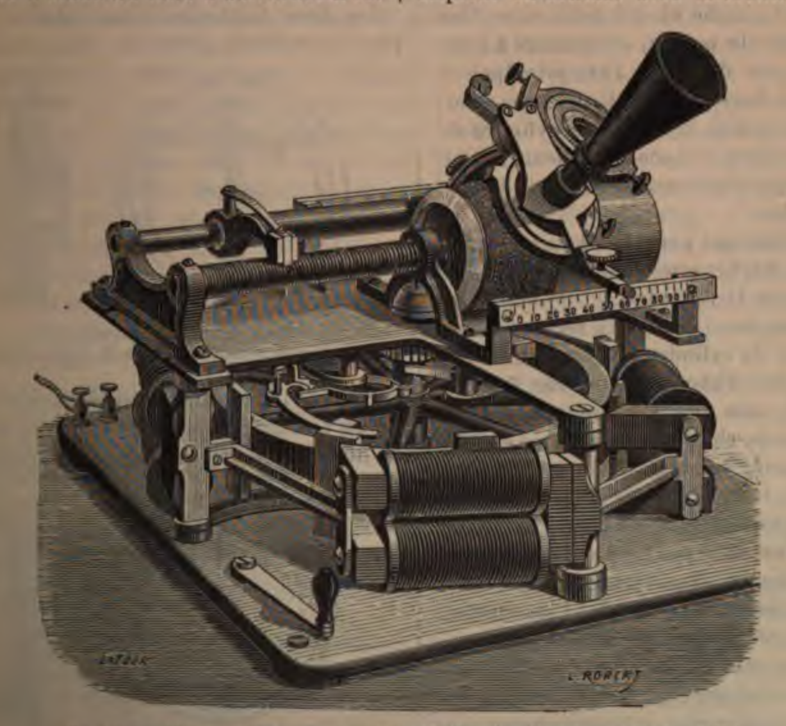


Fig. 680. — Phonographe (nouveau modèle). (*La lumière électrique*, 4 février 1888.)

…ait mouvoir le cylindre, la pointe suit la …e hélicoïdale; si l'on parle en même … devant l'embouchure E, les vibrations se …mettent par l'intermédiaire de la membrane jusqu'au style, qui, sous cette impulsion, s'enfonce plus ou moins profondément dans l'étain et y imprime un tracé qui correspond exactement aux sons émis. Si l'on ramène en-

suite le cylindre à son point de départ et qu'on recommence à le faire mouvoir dans le même sens et avec la même vitesse, la pointe du style s'engage dans le tracé et en suit exactement les moindres sinuosités; elle communique son mouvement à la membrane, qui reproduit les paroles qu'on a prononcées avec leur hauteur et leur timbre. Un cornet de carton se place dans l'embouchure E pour renforcer les sons émis.

Après de longs essais, M. Edison a donné récemment au phonographe une nouvelle forme, qui produit de meilleurs résultats, et qui a été brevetée en Angleterre le 14 décembre 1887. L'axe principal du nouveau phonographe tourne dans deux paliers, mais sans avancer; c'est l'embouchure et le style qui se déplacent. L'axe reçoit le mouvement d'un petit moteur magnéto-électrique placé dans le socle de l'appareil; il est fileté et porte à l'une de ses extrémités un cylindre de cuivre recouvert d'une couche de cire durcie sur laquelle doivent s'inscrire les vibrations sonores. Une tige horizontale, placée parallèlement au premier axe, porte un chariot auquel sont fixés l'embouchure, la membrane et le style. Ce chariot est commandé par le bras que l'on voit à gauche et qui porte une pièce taillée en forme de peigne, de manière à s'appliquer sur le pas de vis de l'axe principal en formant écrou. Lorsque le moteur est en mouvement, l'axe tourne ainsi que le cylindre de cire; la pièce écrou avance lentement, entraînant le style qui décrit une hélice sur la surface du cylindre.

Le bras articulé qui porte l'embouchure peut recevoir deux diaphragmes, l'un pour l'inscription, l'autre pour la reproduction de la parole; il est également muni d'un outil servant à égaliser la surface du cylindre de cire avant l'inscription. On fait d'abord manœuvrer l'instrument à vide, afin de préparer la surface par le passage de cet outil. On ramène ensuite le chariot au point de départ et l'on met en place le diaphragme inscripteur : le style ou aiguille qui produit le tracé est fixé au centre de ce diaphragme, et il est relié par un pivot à un ressort fixé sur le cadre du diaphragme. On fait alors marcher le moteur et l'on procède à l'inscription.

Quand le tracé est fini, on ramène encore le chariot au zéro et l'on remplace le premier diaphragme par celui qui sert à reproduire la parole; c'est un diaphragme en baudruche au centre duquel se trouve une goupille reliée à un ressort délié en acier, dont l'une des extrémités est attachée au cadre du diaphragme, et dont l'autre appuie sur le cylindre de cire. L'appareil ainsi disposé est prêt à reproduir les sons qu'il a enregistrés.

Dans ce nouvel appareil, l'inventeur a sacr fié l'intensité pour obtenir une articulation di tincte et une intonation parfaite; aussi est- nécessaire, pour percevoir les sons, d'employ de petits tuyaux acoustiques qu'on adapte au oreilles.

La couche de cire est cylindrique : elle a 3 mn d'épaisseur, 50 mm. de diamètre et 100 mn de longueur. Le cylindre fait 50 tours par m nute et peut recevoir 100 lignes par 25 mm.

Le moteur est formé de quatre électro-a mants, entre lesquels tourne un volant horizo tal en bronze, garni d'armatures de fer do qui sont successivement attirées par les électro Le mouvement est transmis à l'axe fileté p une paire de roues coniques de friction. Un deux éléments de pile suffisent à actionner moteur, qui est pourvu d'un régulateur tr sensible, destiné à maintenir la vitesse con tante. Ce régulateur consiste en une masse cen trifuge placée sur l'un des rayons du volant qui rompt le circuit lorsque la vitesse tend augmenter.

Les deux diaphragmes sont placés dans une pièce métallique percée de deux trous, ce qui

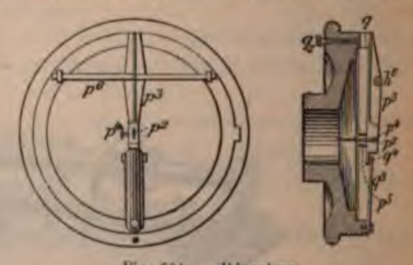
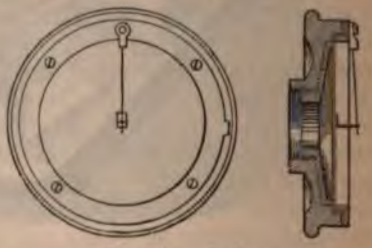


Fig. 681. — Récepteur.
(Figure communiquée par M. Julien Brault.)

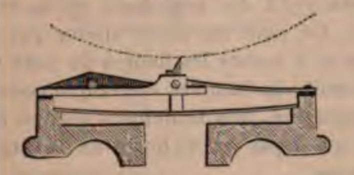
permet de les substituer rapidement l'un à l'autre en tournant la pièce de l'angle convenable. Le diaphragme devant lequel on a parlé (récep-


Fig. 682. — Parleur.
(Figure communiquée par M. Julien Brault.)

teur) diffère de celui qui les reproduit (parleur). Le premier (fig. 681) porte une pointe p^2, formée

ite lame d'acier tranchante, fixée par e au milieu d'une pastille de caoutet assujettie par une vis p^4 au centre p^3, qui tourne autour de l'axe p^6. Le aoutchouc q, réglé par la vis micro- q^2, limite les mouvements du levier pointe. La membrane est maintenue ır le ressort q^3; elle ne peut donc exécuter que les mouvements permis par l'élasticité de la buttée q. La pastille de caoutchouc emmagasine une énergie suffisante pour renvoyer vivement la membrane et amortir les vibrations parasites.

Le parleur (fig. 682) est formé d'une membrane en baudruche, tendue entre l'anneau et le fond fileté. La pointe du style est arrondie, pour ne



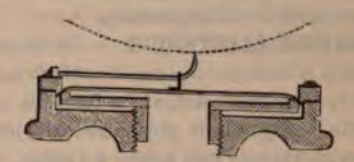


Fig. 683. — Diaphragmes du récepteur et du parleur (dernier modèle). (Figure communiquée par M. Julien Brault.)

er les tracés des phonogrammes ; elle oup moins large que les sillons et peut oir librement. Dans la disposition la nte (fig. 683), le diaphragme du récepn verre et celui du parleur en soie ; la n est du reste analogue à la précédente.

PHORE. — Sorte de microphone comdeux charbons, l'un fixe, l'autre susl'extrémité d'un levier muni d'un ids.

PLEX ou **WAY-DUPLEX**. — Disposiginée par Édison pour pouvoir trans- duplex sur les lignes télégraphiques ins de fer, sans avoir besoin de donliverses parties de la ligne les mêmes e résistance, de capacité et d'isole- système est analogue à celui de ysselberghe pour la télégraphie et la e simultanées. On fait usage d'un rééléphonique spécial, appelé *phone*.

PORE. — Système imaginé par M. Langes pour la télégraphie et la téléphonie es, et qui se compose de deux fils allèles enroulés ensemble.

SCOPE. — Terme désignant tous les destinés à l'étude de la voix, et qui 'électricité.

-SIGNAL. — Système inventé par our entendre les signaux transmis par s-marin.

ie transmission ordinaire, où l'on emphabet Morse, on entendra un son en nt le récepteur par un téléphone. Mais, âble sous-marin, la transmission seente pour donner naissance à un son t intercaler un interrupteur à mouverlogerie, qui produise un grand nomrruptions par seconde.

Cette disposition serait applicable avec l'alphabet Morse, mais, en réalité, on se sert dans la télégraphie sous-marine de courants positifs et négatifs, qui correspondent aux points et aux traits, et ces courants ne donneraient aucune différence dans le téléphone.

Pour éviter cet inconvénient, l'interrupteur envoie chaque signal dans deux téléphones destinés aux deux oreilles et qui sont reliés à la terre par l'intermédiaire de deux piles montées en sens contraire. Suivant le sens du courant transmis, il est renforcé par l'une des piles et affaibli par l'autre, de sorte qu'un des téléphones fait entendre les courants positifs seulement, l'autre les courants négatifs.

PHOSPHORESCENCE. — Propriété que possèdent certains corps de devenir lumineux dans l'obscurité, lorsqu'on les a exposés au soleil ou à la lumière électrique. Beaucoup de substances deviennent phosphorescentes dans les tubes de Geissler.

PHOTOCHROMOSCOPIE. — Méthode consistant à éclairer par des étincelles d'induction des corps en mouvement, qui paraissent immobiles à cause de la faible durée de l'étincelle. On peut ainsi mesurer la vitesse de certains mouvements rapides et simples, tels que vibration, rotation, etc.

M. Izarn a proposé de remplacer l'étincelle d'induction par la lueur des tubes de Geissler.

PHOTO-ÉLECTRIQUE. — Qui fournit de la lumière électrique, ou qui utilise cette lumière.

PHOTO-ÉLECTROGRAPHE. — Électroscope à enregistrement photographique employé à Kiew (Russie). Les feuilles d'or, fortement éclairées, réfléchissent la lumière sur une bande de papier sensible qui se déroule d'un mouvement uniforme. Leurs mouvements produisent deux

courbes dont l'écartement indique l'état électrique de l'atmosphère. L'électroscope est relié avec un paratonnerre.

PHOTOGALVANOGRAPHIE. — Méthode photographique donnant sur une plaque, couverte de glu mélangée de substances impressionnables, un dessin en creux ou en relief, qui est ensuite cliché par l'électrotypie pour avoir les planches nécessaires à l'impression.

PHOTOGRAPHIE ÉLECTRIQUE. — Photographie obtenue à l'aide de la lumière électrique remplaçant la lumière solaire. La lumière solaire ne brille que pendant une partie du jour et son intensité varie d'une heure à l'autre, de sorte qu'on ne peut jamais compter sur un effet certain et qu'on est arrêté souvent dans les opérations photographiques par les changements d'éclat ou même par la disparition complète de la lumière. C'est pourquoi l'on a cherché depuis longtemps à utiliser les lumières artificielles, et notamment la lumière électrique, qui est la plus intense.

Les propriétés photogéniques de cette lumière sont connues depuis longtemps : une brochure publiée en 1689 raconte que la foudre tombant sur une église « imprima le canon de la messe sur une nappe d'autel ». L'emploi de la lumière électrique a été cependant fort restreint jusqu'ici par son prix de revient élevé et la difficulté de se la procurer et aussi de lui faire produire un éclairage aussi agréable et d'un effet aussi artistique que celui de la lumière solaire. C'est que cette dernière, tombant en larges faisceaux parallèles, vient baigner le modèle de tous côtés en produisant des clairs et des ombres, mais aussi des pénombres et des demi-teintes qui adoucissent le passage de la pleine lumière à l'obscurité complète, et donnent aux objets un modelé agréable. Cette qualité manque absolument à la lumière électrique, dont les rayons, partant sensiblement d'un même point, se répandent en faisceaux divergents et forment à la surface du sujet des clairs et des ombres heurtés et sans transition, qui donnent aux visages une apparence rigide et cadavérique.

Pour éviter cet inconvénient, M. Liébert emploie un procédé très ingénieux. La source de lumière est une lampe à arc, formée de deux charbons à angle droit, dont l'un est fixe, l'autre mobile à l'aide d'un pas de vis. Le point lumineux, qui se trouve au sommet de l'angle droit, est disposé au centre d'une demi-sphère en métal de 2 mètres de diamètre, suspendue à une monture solide, et qu'on peut déplacer et orienter à volonté. Un disque métallique cache la source du côté du modèle, qui ne reçoit que la lumière renvoyée par le réflecteur. On obtient ainsi un éclairage beaucoup plus doux, plus analogue à celui du soleil, et ne fatiguant pas les yeux des personnes qu'on veut faire poser. On peut en outre opérer par tous les temps et à toutes les heures du jour et même de la nuit. La lumière électrique convient à la photographie, non seulement par son intensité, mais aussi par sa richesse en rayons photogéniques.

La lumière électrique rend encore d'autres services à la photographie : elle permet d'obtenir des reproductions photographiques dans certaines conditions particulières et sans chambre noire. Ainsi le docteur Boudet de Pâris a reproduit des médailles, monnaies, cachets, etc., en les appliquant sur la face sensible d'une plaque au gélatino-bromure d'argent, posée elle-même sur une feuille d'étain. En chargeant à refus le condensateur ainsi constitué, au moyen d'une petite machine de Voss, et le déchargeant ensuite, on obtenait de belles images. M. Ducretet a obtenu de même de belles photographies d'étincelles ou d'effluves en provoquant la décharge dans l'obscurité, à une petite distance d'une plaque au gélatino-bromure, dans l'intérieur d'une petite cage en verre rouge.

Enfin M. Londe a employé la lumière électrique pour mesurer la vitesse des obturateurs : il a montré ainsi que la lumière électrique n'agit pas réellement sur la plaque pendant tout le temps que l'obturateur est démasqué (Voy. J. Lefèvre, *La Photographie et ses applications*).

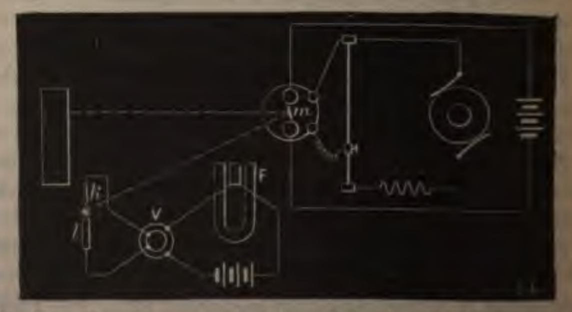
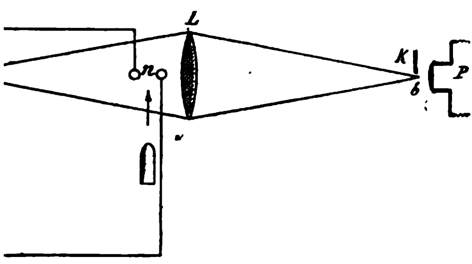


Fig. 684. — Enregistrement par la photographie (méthode de M. Eric Gérard).

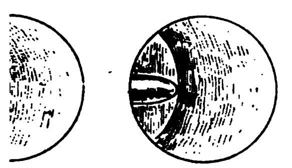
Enregistrement par la photographie. — Parmi les applications de la photographie, nous cite-

n emploi pour l'enregistrement des phé-
:s électriques. Nous en avons déjà donné
emples (Voy. ACTINOMÈTRE, ÉLECTROMÈ-
:.). Nous citerons encore une méthode



ig. 685. — Disposition des expériences du Dr Mach.

ıple, employée avec succès par M. Eric de Liège, pour enregistrer des mouve-'apides, tels que les oscillations d'un mètre à miroir. *m* est ce miroir (fig. 684),



686. — Photographie des projectiles en mouvement.

éclairé par des étincelles d'induction, entre une pointe de charbon *l* et un fil magnésium *k*. Les interruptions du

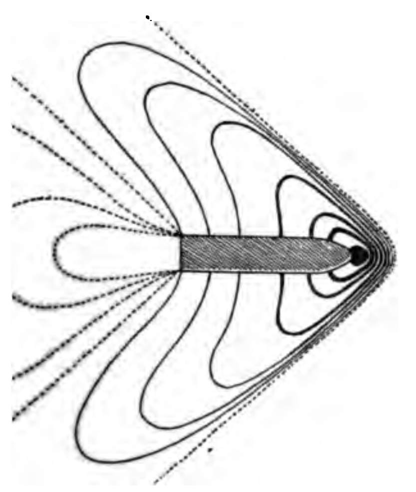


Schéma des zones d'air comprimée et raréfiée par un projectile.

rimaire sont produites par un électro-F, ayant une période de vibration bien Le faisceau réfléchi tombe sur une lentille et vient former une image de l'étincelle sur une feuille de papier sensibilisé, tendue sur un cylindre tournant ou sur une planchette verticale animée d'un mouvement de descente. On obtient au développement une courbe pointillée ; en traçant par les points successifs des traits perpendiculaires à la direction du mouvement, on obtient des intervalles correspondant à des temps égaux et bien connus. Pour avoir une étincelle bien nette, on place une bouteille de Leyde en dérivation sur le circuit secondaire.

Photographie des projectiles en mouvement. — Nous citerons enfin, comme dernière application de l'électricité à la photographie, la belle expérience du docteur Mach, qui est parvenu à photographier les projectiles en mouvement. Une forte batterie électrique F (fig. 685) est placée dans un circuit contenant deux interrupteurs *m* et *n*, placés en ligne droite avec la lentille L et la chambre noire P. Le fusil est placé à quatre mètres de *n*, de sorte que le projectile vient rencontrer cet interrupteur dans la direction de la flèche. Au moment où il franchit ce point, une forte étincelle jaillit en *m* et l'éclaire vivement, ce qui donne une image sur la plaque sensible.

La figure 686 montre quelques-uns des résultats obtenus. Les deux premiers dessins montrent que l'air est comprimé en avant du projectile, et le dernier qu'il est raréfié en arrière, comme on pouvait s'y attendre. L'examen des nombreuses épreuves obtenues montre que, à l'avant, la couche qui limite la zone comprimée est une hyperbole, et à l'arrière, les droites qui limitent la zone raréfiée sont parallèles aux asymptotes de cette hyperbole (fig. 687).

PHOTOGRAVURE. — La gravure en creux utilise seule l'électricité, dont le rôle se borne généralement à donner par la galvanoplastie des reproductions fidèles des moules. Dès 1841, M. Fizeau, puis MM. Berres, Donné, etc., songèrent à placer les plaques daguerriennes dans un bain galvanique, soit pour creuser certains points, soit au contraire pour produire des saillies ; on transformait ainsi l'épreuve daguerrienne en une plaque propre à la gravure. Ces procédés furent bientôt abandonnés avec le daguerréotype lui-même.

Le rôle de l'électricité dans la photogravure étant aujourd'hui extrêmement restreint, nous indiquerons seulement la marche du procédé Rousselon, employé par la maison Goupil ; nous renvoyons pour les autres méthodes à l'ou-

vrage auquel nous empruntons ces détails (J. Lefèvre, *La Photographie et ses applications*). Dans le procédé Rousselon, on tire, sous le négatif, une épreuve positive sur gélatine bichromatée ; le développement à l'eau tiède donne des reliefs qui figurent les ombres. On place la couche impressionnée sur une planche d'un métal mou, et l'on soumet à une forte pression, ce qui donne sur le métal une image ayant les ombres en creux. Cette planche n'étant pas assez résistante, on en fait par la galvanoplastie un moule, dans lequel on obtient ensuite par le même procédé autant de copies de la première planche métallique qu'on en désire. L'électricité joue un rôle analogue dans plusieurs autres procédés de photogravure.

PHOTOMÈTRE ÉLECTRIQUE. — Instrument imaginé par Masson et destiné à mesurer l'intensité lumineuse des étincelles électriques.

Il existe aussi plusieurs photomètres, destinés à comparer des sources lumineuses quelconques, en utilisant les variations de résistance électrique du sélénium sous l'action de la lumière. Le photomètre de W. Siemens est formé d'un tube de cuivre noirci à l'intérieur, portant à l'une de ses extrémités un diaphragme, et à l'autre une plaque de sélénium, reliée avec une pile et un galvanomètre Thomson. On place d'abord l'étalon à une distance connue D de la plaque de sélénium, et l'on observe la déviation du galvanomètre ; on place ensuite la source à une distance D', telle que la déviation soit la même. Si I et I' sont les éclats intrinsèques de l'étalon et de la source, on a, d'après la règle ordinaire de la photométrie :

$$\frac{I}{I'} = \frac{D^2}{D'^2}.$$

M. Gimé a imaginé également plusieurs dispositions fondées sur les propriétés du sélénium ; mais la précédente est la plus simple et la plus précise.

PHOTOMÈTRE MAGNÉTIQUE. — Appareil servant à mesurer les intensités lumineuses et imaginé par M. Raimond Coulon. C'est une sorte de radiomètre, formé d'un globe de verre dans lequel on a fait le vide, et qui renferme une aiguille aimantée, mobile sur un pivot et portant à ses extrémités deux disques de mica noircis sur une face. Lorsqu'un rayon lumineux vient frapper les deux disques, l'aiguille s'écarte de sa position d'équilibre. On gradue empiriquement. M. Coulon a donné à son photomètre plusieurs formes un peu différentes.

PHOTOMÉTRIE. — La photométrie est l'ensemble des méthodes qui permettent de comparer les éclats intrinsèques des foyers lumineux. Nous ne pouvons traiter en détail cette question, qui est à peu près complètement étrangère à l'électricité. On trouvera dans les deux articles précédents la description des méthodes photométriques qui emploient des appareils électriques ou magnétiques.

Unités et étalons photométriques. — M. Violle a fait adopter par la Conférence internationale de 1884 les unités suivantes :



Fig. 688. — Lampe-étalon au pentane (Woodhouse et Rawson).

L'unité de chaque lumière simple est la quantité de cette lumière émise normalement par un centimètre carré de platine à la température de fusion.

L'unité pratique de lumière blanche est la quantité de lumière blanche émise dans les mêmes conditions.

Cette unité pratique n'est pas d'un emploi commode et ne peut servir qu'à étalonner des brûleurs qui seront ensuite employés pour comparer les différentes sources.

Divers étalons de lumière ont été proposés pour les applications industrielles. M. Hefner-Alteneck se sert de la flamme produite par une mèche saturée d'acétate d'amyle. Ce corps se prépare en distillant deux parties d'acétate

asse avec une partie d'alcool amylique et .rtie d'acide sulfurique.

Vernon-Harcourt emploie une lampe 38), dans laquelle on brûle des vapeurs *ntane*, carbure d'hydrogène extrait du :. Cette substance donne, dit-on, une e d'une fixité et d'une constance excep- lles.

TOPHONE. — Appareil destiné à trans- les sons en faisant agir un rayon lumi- sur un fragment de sélénium pour faire sa résistance (Voy. SÉLÉNIUM).

hotophone a été imaginé par MM. Bell et r. Il se compose d'une embouchure A 9), fermée à la partie supérieure par un métallique mince, ou une plaque de formant miroir, monté à la façon des agmes de téléphone. Un faisceau lumineux, concentré sur ce miroir par la lentille B, est ensuite rendu parallèle par la lentille C et vient tomber sur le récepteur de selénium E, placé au foyer du réflecteur D, et intercalé dans un circuit qui contient une pile F et un téléphone G. Lorsqu'on parle en A, le miroir vibre : il en résulte en E des changements d'intensité lumineuse, qui font varier rapidement la résistance du sélénium. Ces variations correspondent exactement aux vibrations du transmetteur et la parole est reproduite par le téléphone G.

Le récepteur de sélénium doit avoir une surface aussi grande que possible, tout en présentant une résistance électrique assez faible. MM. Bell et Tainter ont adopté la forme plane ou cylindrique. Les récepteurs plans sont formés de deux plaques de cuivre séparées par du mica : la plaque supérieure est criblée de trous

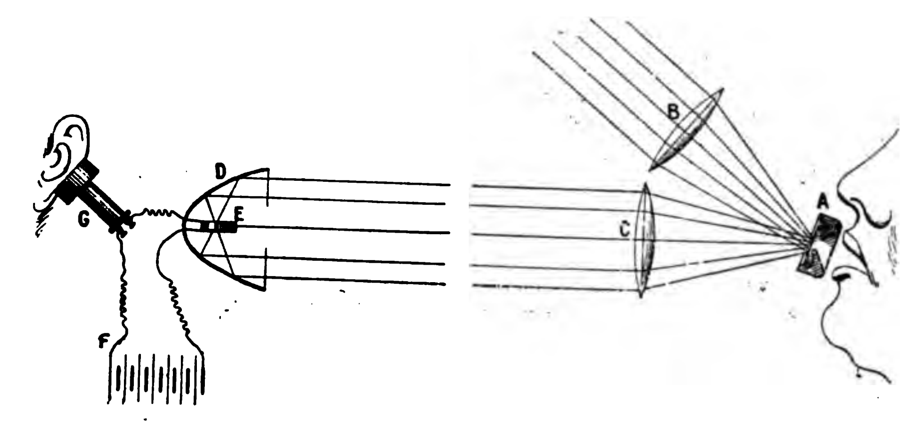


Fig. 689. — Photophone. (*La lumière électrique.*)

es et la plaque inférieure porte des poin- pénètrent dans ces trous sans toucher ds. Tous les espaces annulaires compris les pointes et les bords des trous sont s de sélénium. Le courant passe de la inférieure à la plaque supérieure en ant tous les anneaux de sélénium.

ésistance de cet appareil est 300 ohms obscurité et 150 à la lumière.

récepteurs cylindriques se composent pile de disques de cuivre séparés par des s de mica un peu plus petits.

sillons annulaires produits par le mica emplis de sélénium. Les disques pairs re communiquent avec l'un des pôles de , les disques impairs avec l'autre. Les s de sélénium se trouvent ainsi toutes ivation. La résistance est 1200 ohms dans rité et 600 à la lumière. Les récepteurs plans s'emploient quand le faisceau lumineux est bien cylindrique, les autres, quand il est très large ou un peu dispersé, ce qui est le cas le plus ordinaire. On fait alors usage du réflecteur D, qui est inutile dans le premier cas.

M. Siemens a employé des récepteurs en forme de grille et de spirale.

PHOTOPHONIE. — Production du son par l'action des rayons lumineux. Les premiers travaux sur ce sujet furent publiés en 1880 par MM. G. Bell et Tainter. M. Mercadier a montré que cette production est due en réalité à l'action calorifique des rayons, et il a proposé de désigner ces phénomènes sous le nom de *radiophonie*, qui est adopté maintenant.

PHOTOPHORE ÉLECTRIQUE. — Petit appareil imaginé par MM. Hélot et Trouvé, pour servir à l'éclairage du microscope, à la photographie microscopique, ou encore pour éclairer

un bocal contenant de très petits animaux, à mesure qu'on les étudie à la loupe.

Le photophore (fig. 690) est formé d'une petite lampe à incandescence, placée dans un tube cylindrique fermé au fond par un miroir concave et en avant par une lentille convergente.

La lumière réfractée par la lentille forme un

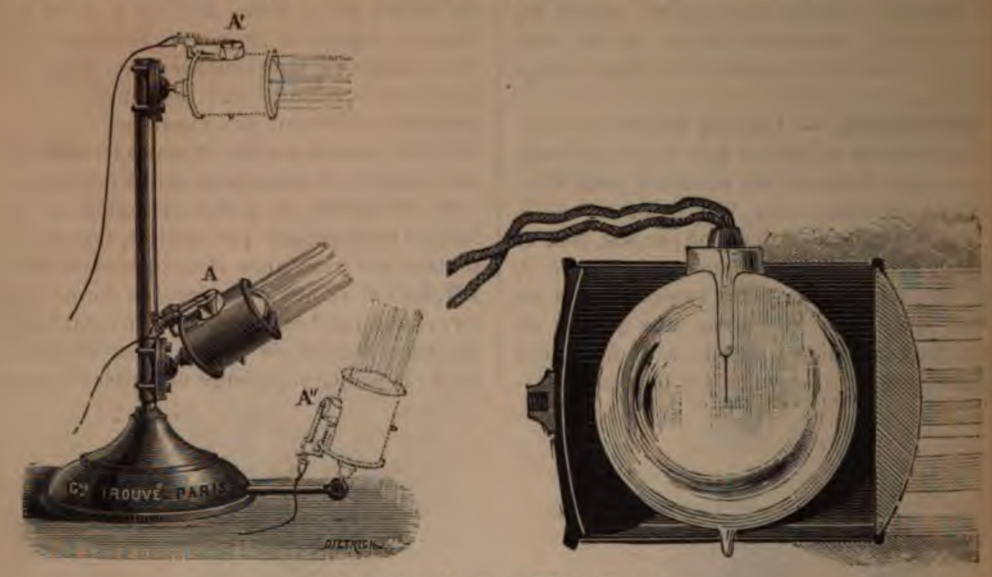


Fig. 690. — Photophore Hélot et Trouvé.

faisceau parallèle à l'aide duquel on peut illuminer très vivement la préparation qu'on veut examiner ou disséquer. Le petit volume de cet appareil et la facilité avec laquelle on peut le fixer à différentes hauteurs A, A' A'' sur son support et l'orienter dans toutes les directions le rendent extrêmement commode.


Fig. 691. — Photophore frontal (Trouvé).

Photophore frontal. — On utilise en médecine le même appareil (fig. 691), fixé sur le front à l'aide d'un bandeau et articulé pour pouvoir se tourner dans toutes les directions. De cette manière, les deux mains de l'opérateur restent libres. On peut aussi fixer l'instrument sur un manche.

La figure 692 représente un instrument analogue construit par M. Chardin, et qui peut également être placé sur le front ou fixé sur un manche.

PHOTOSCOPE. — Voy. CONTRÔLEUR DE L'ÉCLAIRAGE DES DISQUES.

PHOTOTÉLÉGRAPHE. — Télégraphe qui imprime par l'action de la lumière.

PHOTOTHERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE. — Thermomètre enregistreur mû par l'électricité et dans lequel les indications sont fournies par une lampe à incandescence qui éclaire un thermomètre placé devant un cylindre recouvert de papier sensible. Le papier est protégé sur une partie de sa hauteur par l'ombre du mercure, ce qui indique la température.

Cet instrument a été appliqué à la détermination de la température de la mer à de grandes profondeurs. Il est alors enfermé dans une boîte de fonte contenant au fond du mercure dans lequel plonge le réservoir du thermomètre.

'axe du cylindre porte une roue dentée qui ngrène avec un cliquet fixé à l'armature d'un lectro-aimant. On descend la boîte à l'aide 'un câble à la profondeur voulue, on laisse appareil prendre la température de l'eau, puis n lance le courant d'une pile, au moyen d'un ommutateur, dans la lampe à incandescence t dans l'électro-aimant. Celui-ci attire son ar- nature et le cliquet fait avancer un peu la roue entée, de sorte que la lumière agit sur une artie du papier non encore impressionnée. On uvre alors le circuit, et l'appareil est prêt pour ne nouvelle expérience.

PIANO ÉLECTRIQUE. — On donne quelque- ois ce nom aux instruments tels que le mélo- raphe (Voy. ce mot) de M. Carpentier. Mais il onvient mieux à un instrument récemment naginé par le capitaine L. de Place et dans le- uel les sons persistent tant qu'on appuie sur s touches. Nous ne pouvons indiquer que le rincipe de cet appareil, la construction n'étant as encore terminée. Au-dessus des cordes de haque note est disposé un petit électro-ai- nant vertical auquel les cordes servent d'arma- ture. La touche correspondante sert d'interrup- teur, et le tout fonctionne comme une sonnerie trembleuse.

Les touches ordinaires ne sont pas modifiées, mais au-dessous de chacune d'elles est fixé un petit fil de platine, qui vient, lorsqu'on appuie, plonger dans un godet de mercure relié au pôle positif d'une pile. Au-dessous de chaque corde



Fig. 692. — Photophore frontal (Chardin).

trouve un petit contact formé d'un ressort ral en platine en communication avec l'in- rupteur correspondant; l'autre extrémité de corde est reliée au fil de l'électro-aimant et us les électros communiquent par un fil de re- ur commun avec le pôle négatif. Les cordes cuivre sont munies d'un manchon de fer udé au droit de l'électro-aimant.

Lorsqu'on appuie sur une touche, le courant rive aux trois ressorts de platine correspon- dants, passe dans les cordes, dans l'électro et revient à la pile. Mais, l'électro attirant les cor- des, le courant est interrompu au contact des ressorts. Les cordes sont ainsi mises en vibra- tion comme l'armature d'une sonnerie trem- bleuse, et la vibration persiste tant qu'on ap- puie sur la touche interrupteur. Les sons obtenus sont ceux de la contrebasse, du violon- celle et du violon, suivant les cordes.

PIANO-SIRÈNE. — Voy. Sirène.

PIÉZO-ÉLECTRICITÉ. — Production d'électricité dans certains cristaux, tels que le quartz, lorsqu'on exerce sur eux une pression plus ou moins forte. Cette propriété est utilisée pour la construction d'une pile-étalon.

PILE ÉLECTRIQUE. — Appareil produisant de l'électricité à l'aide des actions chimiques, calorifiques ou lumineuses, d'où les dénominations de piles *hydro-électriques*, *thermo-électriques* et *photo-électriques*. Les *piles secondaires* ou *accumulateurs* (Voy. ce mot) restituent sous forme de courant l'énergie chimique que leur a fournie un courant primaire. Le mot pile provient de la forme donnée par Volta au premier appareil de ce genre.

Nous avons rejeté à la fin de cet article la description des piles qui, sans différer des autres par leur principe, présentent des dispositions particulières, appropriées aux usages auxquels on les destine.

Piles hydro-électriques.

Conservation de l'énergie dans les piles. — Galvani ayant observé accidentellement en 1786 qu'une grenouille, préparée comme pour les expériences de physiologie, éprouve des commotions lorsqu'on réunit ses muscles et ses nerfs par un arc de deux métaux différents (fer et cuivre), attribua ces commotions à un dégagement d'électricité produit dans l'organisme de la grenouille par les phénomènes vitaux. Volta au contraire attribua l'électricité au contact des métaux, et fut amené à formuler les lois importantes que le lecteur trouvera à l'article ÉLECTRICITÉ DE CONTACT.

Il reconnut l'impossibilité d'obtenir un dégagement continu d'électricité par le simple contact des métaux, ce qui est conforme au principe de la conservation de l'énergie. C'est en effet un principe admis aujourd'hui qu'on ne peut jamais créer une certaine quantité d'énergie sans en dépenser une quantité équivalente. Volta ne pouvait connaître ce principe : il remarqua cependant qu'une chaîne continue de métaux ne donnait pas d'électricité, et fut amené par là à intercaler dans cette chaîne des lames de drap imbibées d'eau acidulée. Il constitua ainsi un appareil désigné, à cause de sa forme, sous le nom de *pile de Volta*.

Piles à un liquide. — *Pile de Volta ; théorie chimique de la pile.* — La pile de Volta se compose d'une série de disques de zinc et de cuivre qu'on soude généralement deux à deux pour faciliter le montage de l'appareil. Pour s'en servir, on superpose ces disques en les plaçant tous dans le même sens sur un support isolant (fig. 693), et les séparant par des rondelles de drap imbibé d'eau acidulée : trois colonnes de verre maintiennent la pile en équilibre. Une

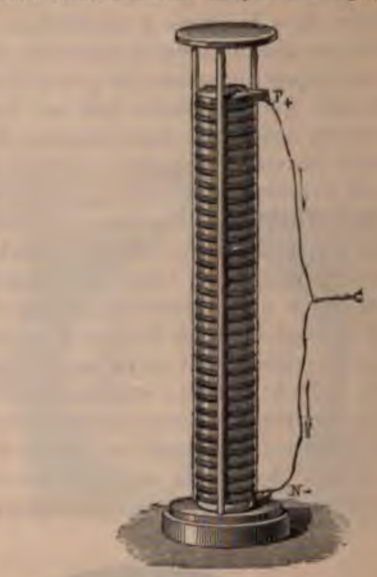


Fig. 693. — Pile de Volta.

série zinc, drap mouillé et cuivre, forme ce qu'on appelle un *couple* ou un *élément*. Les deux extrémités se nomment les pôles de la pile.

Quoique Volta ait expliqué par la théorie du contact la production de l'électricité dans la pile, en considérant l'eau acidulée comme servant seulement de conducteur pour relier l'un à l'autre les différents couples, le principe de la conservation de l'énergie conduit, comme nous venons de le voir, à rejeter cette explication pour adopter de préférence celle qui fut proposée vers la même époque par Fabroni et qui attribue à l'action chimique de l'acide sur les métaux l'origine de la force électromotrice.

Dans cette hypothèse, l'action de l'eau acidulée sur le zinc, qui transforme peu à peu celui-ci en sulfate avec dégagement d'hydrogène, fait naître, entre le métal attaqué et le liquide, une *force électromotrice* ou une différence de potentiel qui, d'après le principe de Volta, ne dépend que de la nature des deux corps et nullement de leur état électrique ni de leurs dimensions. Le liquide prend le potentiel le plus élevé.

Appliquons cette théorie à la pile de Volta. Prenons par exemple trois éléments et supposons que le premier zinc, placé à la partie inférieure, communique avec le sol. Au contact d

ique zinc avec l'eau acidulée se produit une férence de potentiel constante, soit a, tandis e le contact du liquide avec le cuivre ne une aucune différence, puisqu'il n'y a pas ction chimique. L'état de la pile peut donc représenter comme il suit :

	1er couple.			2e couple.			3e couple.		
	Zn	Eau acid.	Cu	Zn	Eau acid.	Cu	Zn	Eau acid.	Cu
ntiels.	0	a	a	a	$2a$	$2a$	$2a$	$3a$	$3a$

e même raisonnement peut s'appliquer à nombre quelconque d'éléments et montre la différence de potentiel des deux pôles proportionnelle au nombre des éléments.

en serait de même si la pile était restée faitement isolée au lieu de communiquer : le sol, puisque cette différence est indé- dante de l'état électrique du premier zinc; s il est évident, par raison de symétrie, que les deux pôles doivent prendre alors des potentiels égaux et contraires. Le pôle cuivre, qui a le potentiel le plus élevé, est appelé pôle positif, le zinc pôle négatif.

Autres piles à un liquide. — Outre les inconvénients communs à toutes les piles à un liquide, et que nous signalerons plus loin, la pile de Volta en présentait d'autres qui proviennent de sa forme. Elle était longue à monter; on ne pouvait donner aux disques une grande surface, ce qui augmentait leur résistance; enfin le poids des disques exprimait le liquide, qui coulait le long de la pile et mettait en communication les différents couples, ce qui diminuait la somme des forces électromotrices. Ces défauts firent remplacer bientôt la pile de Volta par d'autres dispositions, dont voici les principales :

La *pile à auge* (fig. 694) n'est autre que la pile de Volta renversée. Les doubles lames zinc et



Fig. 694. — Pile à auge.

e, verticales, sont disposées parallèlement une auge rectangulaire et mastiquées dans parois de manière à laisser entre elles de s compartiments séparés. Il suffit de rem- l'eau acidulée toutes ces petites cases lors- i veut se servir de l'appareil.

pile à couronne ou à *tasses* (fig. 696) est une

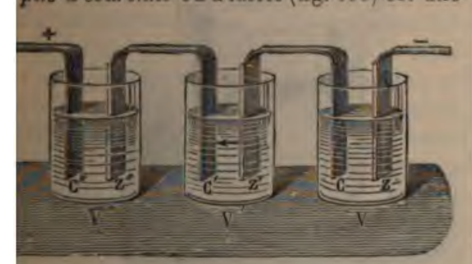


Fig. 695. — Pile à couronne.

ormes les plus simples. Chaque élément rmé de deux lames, l'une de cuivre, l'au- e zinc, plongeant dans un vase plein d'eau ılée. Chaque lame se recourbe pour se r à la lame de nom contraire de l'élément ı.

Dans la *pile de Wollaston* (fig. 696) le cuivre de chaque couple entoure complètement les deux faces du zinc, ce qui double pour ainsi dire la surface de l'élément et par suite diminue sa résistance. Toutes les lames sont suspendues à une traverse de bois qui permet de les plonger en même temps dans les bocaux et de les retirer instantanément quand on ne se sert plus de l'appareil.

La pile de Wollaston a été modifiée par Münch, qui a disposé tous les couples horizontalement sur un cadre de bois rectangulaire : on immerge le tout à la fois dans *une seule* auge, et l'on a un courant énergique, mais qui s'affaiblit très vite.

Une modification de la pile de Volta, la pile de Pulvermacher (Voy. CHAINE GALVANIQUE) est encore employée en médecine, mais fort rarement.

Emploi du zinc amalgamé. — Les modèles précédents ne sont plus employés depuis longtemps, à cause de leur rapide polarisation (Voy. ce mot), qui a pour résultat d'affaiblir très vite l'intensité du courant qu'elles produisent. Avant

de décrire les modèles en usage aujourd'hui, remarquons qu'un premier perfectionnement consiste dans l'emploi du zinc amalgamé. Si l'on monte une pile avec du zinc pur, le métal n'est attaqué que lorsqu'on réunit les pôles pour

obtenir un courant; mais, lorsque l'appareil fonctionne pas, l'action continue seulem jusqu'à ce que les deux pôles aient acquis différence constante de potentiel, et s'ar ensuite tant qu'on laisse le circuit ouver

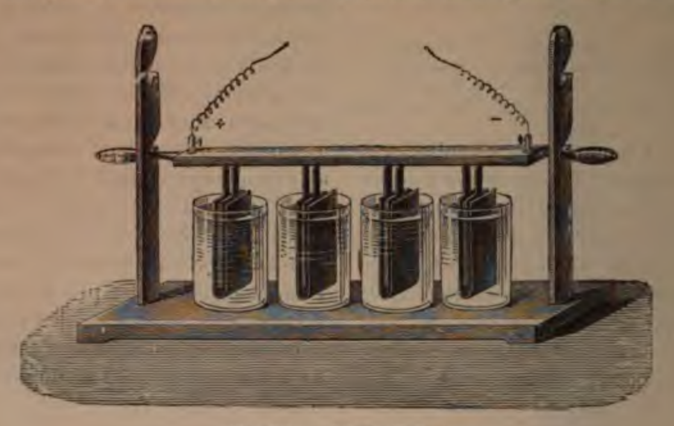


Fig. 696. — Pile de Wollaston.

n'en est pas de même avec le zinc du commerce : les impuretés et notamment le plomb qu'il contient forment avec lui de petits couples locaux qui sont toujours fermés, même lorsque le circuit est ouvert : les courants produits par

ces petits éléments ne profitent en rien au rant principal, et l'action chimique qui donne naissance a le double inconvénient d' le zinc très rapidement et de transformer l acidulée en sulfate, ce qui altère très vit

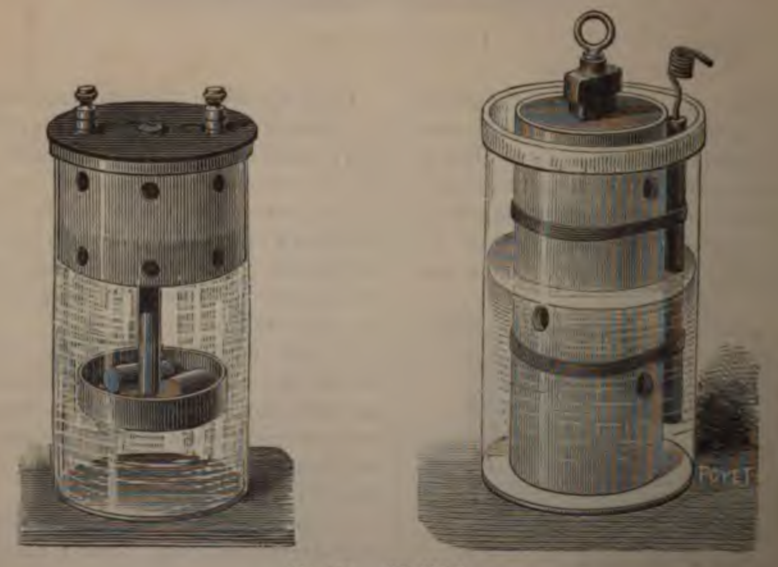


Fig. 697. — Pile Maiche.

constance de l'appareil. D'autre part, le zinc pur n'est pas assez commun pour être employé dans les piles : mais on obtient le même résultat en se servant de zinc amalgamé, qui reste également inattaqué lorsque la pile est ouverte.

Cette modification s'applique également à les modèles de piles.

Piles à électrodes positives platinées. - se sert encore aujourd'hui d'un certain no de modèles analogues à la pile de Volta,

ans lesquels l'électrode positive est recouverte e noir de platine pulvérulent, ce qui facilite dégagement de l'hydrogène et diminue beauup la polarisation.

Pile Smée. — Cette pile est formée d'une lame rgent platiné (pôle +), suspendue entre deux ques de zinc (pôle —) dans l'eau acidulée. e est employée en Angleterre pour la galvaplastie.

Pile Tyer. — L'électrode positive est encore argent platiné; le pôle négatif est formé de ris de zinc, plongeant dans une petite quan- de mercure, qui les maintient amalgamés. e tige de cuivre entourée de gutta-percha est minée par une boule de zinc nue qui plonge s le mercure pour servir d'électrode.

Pile Ebner. — Ce modèle diffère du précédent la substitution d'une lame de plomb platiné lame d'argent.

Pile Walker. — La pile Walker est formée ne lame de zinc amalgamé suspendue entre x lames de charbon de cornue platiné. zinc plonge par la base dans une petite cule de gutta contenant quelques gouttes de rcure.

Pile Maiche. — Cette pile a pour électrode pove des morceaux de coke platiné, placés à partie supérieure dans un vase poreux percé larges trous et reliés à l'une des bornes par fil de platine (fig. 697). Une tige d'ébonite verse ce vase et porte une soucoupe de porine contenant un peu de mercure et des dé- de zinc : c'est l'électrode négative. Un fil de tine, passant dans l'intérieur du tube d'ébo-, relie le zinc à l'autre borne. Le liquide exteur est une solution presque saturée de orhydrate d'ammoniaque. La figure montre outre un autre modèle de cette pile, qui est ni d'un crayon de zinc ; le vase poreux desd jusqu'au fond. Cette pile est très conste et ne demande pas d'entretien. Elle est quemment employée dans les télégraphes.

Piles à deux liquides. — Le meilleur procédé r empêcher la polarisation et rendre le cout constant consiste dans l'interposition d'un ond liquide, capable d'absorber l'hydrogène.

Pile Daniell. — Daniell a obtenu la première parfaitement constante par l'emploi du sul- de cuivre. On dispose ordinairement la de Daniell de la manière suivante. Un vase verre ou de grès (fig. 698) renferme l'eau lulée, dans laquelle plonge un cylindre de amalgamé qui forme le pôle négatif. Au tre est un vase poreux rempli d'une dissoon saturée de sulfate de cuivre; on y place une lame de cuivre : c'est le pôle positif. Le courant décompose le sulfate de cuivre : le cuivre se dépose sur la lame positive, et le radical SO^4 se dirige vers le pôle négatif; il rencontre l'hydrogène provenant de l'eau acidulée et



Fig. 698. — Pile de Daniell.

reforme avec lui de l'acide sulfurique. Le vase poreux permet une communication suffisante entre les liquides sans les laisser se mélanger. La dissolution de sulfate de cuivre s'épuise rapidement : pour la maintenir saturée, on ajoute



Fig. 699. — Pile de Daniell (modèle primitif).

de temps en temps dans le vase poreux des cristaux de ce sel.

On voit que cette disposition évite le dégagement d'hydrogène et supprime par conséquent la polarisation des électrodes.

A l'origine, Daniell plaçait le zinc et l'eau acidulée dans le vase poreux, qui était en parche-

min. Le sulfate de zinc formé tombait au fond et s'écoulait par le siphon de verre qu'on voit à gauche (fig. 699). L'acide frais était versé goutte à goutte par le haut à l'aide d'un entonnoir. Le vase extérieur, qui était en cuivre, recevait le sulfate de cuivre. Une petite coupe à mercure, qu'on voit à droite, tenait lieu de vis d'attache pour le pôle positif. Cette figure a été dessinée d'après les modèles originaux conservés à King's College, où Daniell fut professeur de 1831 à 1845.

La figure 700 représente un autre modèle dont le vase poreux est surmonté d'un ballon renversé, rempli de cristaux de sulfate de cuivre. Quand la dissolution de sulfate s'appauvrit, elle devient plus légère et s'élève dans le ballon, tandis que le liquide saturé vient prendre sa place.

La pile de Daniell n'a qu'une force électromotrice peu élevée; de plus elle ne peut rester montée à circuit ouvert; les liquides se mélangent à travers le vase poreux et du cuivre se dépose sur le zinc. Malgré ces défauts, cette pile est souvent employée, ainsi que ses diverses modifications, à cause de sa parfaite constance.

On obtient encore de meilleurs résultats, au point de vue de la constance, en remplaçant l'eau acidulée par du sulfate de zinc; mais on augmente un peu la résistance.

Pile Callaud. — La pile de Daniell peut recevoir encore bien d'autres formes : les plus intéressantes et les meilleures sont les piles de densité, dans lesquelles on a supprimé le vase poreux et superposé les deux liquides par ordre de densité; la suppression du vase poreux



Fig. 700. — Pile Daniell à ballon.



Fig. 701. — Pile de Callaud.

diminue beaucoup la résistance de l'appareil.

Telle est par exemple la pile de Callaud, très employée dans les télégraphes. La figure 701 représente le modèle en usage à la Compagnie du chemin de fer d'Orléans. La partie inférieure d'un vase de verre est remplie d'une solution saturée de sulfate de cuivre, au-dessus de laquelle on a versé avec précaution de l'eau acidulée. Un anneau de cuivre, placé au fond du vase, forme le pôle positif et communique avec l'extérieur par un fil de même métal, qu'un tube de verre isole de l'eau acidulée. Le cylindre de zinc qui plonge dans cette eau est suspendu au bord du vase par des crochets.

Pile Meidinger. — C'est une modification de la pile de Callaud, formée de deux vases de verre A et *d* (fig. 702). Le second renferme la solution de sulfate de cuivre, maintenue saturée par les cristaux placés dans l'entonnoir *b*, et la lame de cuivre *c*, qui se termine par une tige *g*, entourée de gutta-percha. Le vase extérieur est rempli d'eau pure; il contient le zinc Z, qui s'appuie directement sur le vase de verre A, au point où il se rétrécit.

Pile Cabaret. — C'est encore une modification de la pile Callaud, d'un entretien très facile. Le pôle positif (fig. 703) est un cylindre de plomb, verni dans sa partie supérieure; on le remplit de cristaux de sulfate de cuivre, qu'on peut renouveler facilement. Ce cylindre est fendu à la base. On peut charger l'appareil en versant de l'eau pure jusque vers le haut. La solution de sulfate de cuivre qui se forme reste au fond et le zinc se trouve entouré d'eau pure, au lieu d'eau acidulée. On peut aussi mettre de l'eau acidulée, comme dans la pile Callaud. Cette pile est employée dans le service télégraphique des chemins de fer de l'Est.

homson. — L'une des meilleures formes
le de sir W. Thomson (fig. 704). Une
le cuivre ou de plomb est placée hori-

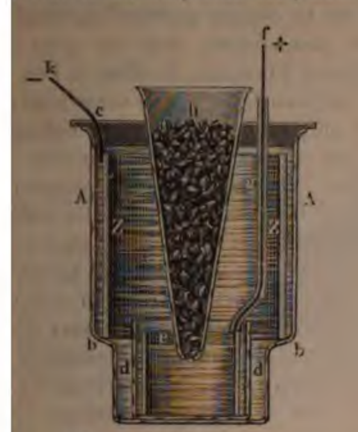


Fig. 702. — Pile Meidinger.

ent au fond d'une cuve de verre ou de
ne, et recouverte d'une solution de sul-
uivre, dans laquelle on place des cris-

taux du même sel. On verse l'eau acidulée par-dessus ; le zinc, en forme de grille, est porté par quatre cubes en porcelaine, fixés aux qua-



Fig. 703. — Pile Cabaret.

tre coins de la cuve. On peut superposer facilement un certain nombre d'éléments ; chaque plaque positive porte une queue recourbée qui



Fig. 704. — Pile W. Thomson.

ppuyer par pression sur le zinc de
t placé au-dessous.
ond élément est un modèle de démons-
Le zinc est suspendu par des crochets.
n enlève le sulfate de zinc ; on ajoute
acidulée par le haut. Un tube central
tenu garni de cristaux de sulfate de
vec cette disposition, le sulfate de cui-
ient difficilement jusqu'au zinc.
inotto. — Elle est analogue à la précé-
ais l'eau acidulée est remplacée par
pure. On recouvre la plaque de cuivre
uche épaisse de cristaux de sulfate de
uis de sable fin, sur lequel on pose
ue de zinc assez épaisse. Enfin on verse

de l'eau en quantité suffisante pour imbiber la face inférieure du zinc.

Pile Siemens et Halske. — Elle est analogue aux piles de densité qui précèdent, mais un diaphragme est introduit entre les deux liquides, ce qui augmente beaucoup la résistance. Au fond du vase A (fig. 705) est une solution de sulfate de cuivre, maintenue saturée par des cristaux qu'on ajoute dans le tube de verre *cc*. Le pôle positif est une spirale de cuivre *k*. En *ff*, un disque de pâte de papier comprimée et soigneusement lavée à l'acide sulfurique sert de diaphragme. Le zinc Z, terminé par une tige de cuivre *b*, repose sur ce diaphragme.

Pile Reynier. — L'eau acidulée est remplacée

par une solution de soude caustique. On diminue la résistance de cette solution et celle du



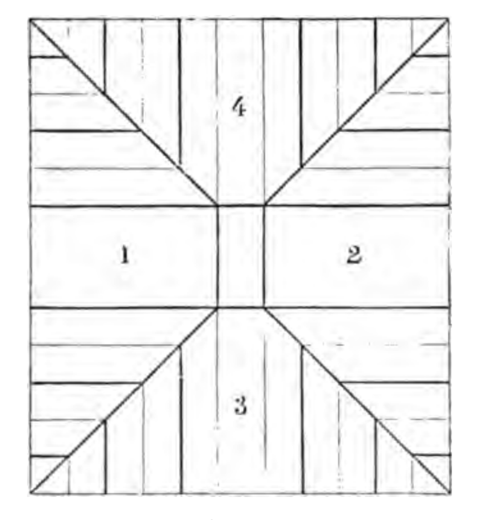
Fig. 705. — Pile Siemens et Halske (de Berlin).

sulfate de cuivre par l'addition de sels convenablement choisis, par exemple en ajoutant à la solution de soude du sulfate de fer et du chlorure de fer.

D'autre part, on réduit notablement la r tance de la cloison poreuse en employan papier parcheminé, dont on peut d'aill superposer plusieurs feuilles, si l'on veut dérer sa perméabilité. Ces vases sont prisn ques : on peut les obtenir, sans collage ni ture, en pliant la feuille suivant le t (fig. 706) ; les traits forts représentent les creux, et les traits fins les plis saillants chiffres indiquent les quatre faces latérales plis sont ensuite appliqués et agrafés su faces qui doivent être peu ou point per bles. Le zinc et le cuivre avec leurs queues découpés dans des feuilles laminées du c merce. Le cuivre est à l'intérieur (fig. 707).

Cette pile a une force électromotrice é à 1,35 volt environ : elle donne des effets é giques.

Pile Marié-Davy. — C'est une pile de Da dont le sulfate de cuivre est remplacé pa



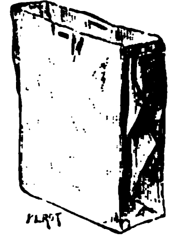


Fig. 706. — Construction des vases poreux.

sulfate mercurique, et le pôle cuivre par une plaque de charbon de cornue (fig. 708).

Le sulfate mercurique, étant peu soluble, dépolarise moins bien : il donne de l'oxygène, un sous-sulfate et du mercure.

Pile Grove. — On a cherché depuis longtemps à réaliser des piles ayant une plus grande force électromotrice que celle de Daniell avec une dépolarisation presque aussi parfaite. Grove y est parvenu en remplaçant le sulfate de cuivre par de l'acide azotique; il a fallu supprimer aussi le pôle cuivre qui eût été attaqué. Grove lui substitua une lame de platine. Cette pil donc constituée ainsi : zinc, eau acidulée, a azotique, platine. Le courant décompose l'a azotique en oxygène, qui se combine avec drogène, et vapeurs nitreuses, qui se dég

Pile Bunsen. — Bunsen a remplacé la de platine par un pôle en charbon de cor (fig. 709), ce qui a rendu cette pile extrême pratique. Bien montée, elle reste con assez longtemps. Le modèle que nous tons est d'un entretien commode. pourvu de queue, s'amalgame f

ontacts sont établis par des presses mobiles, et ar suite faciles à nettoyer.

Pile Desruelles. — Un certain nombre d'inven- eurs ont remplacé dans la pile de Bunsen l'acide azotique par diverses solutions renfermant du bichromate de potasse ou de soude. On évite ainsi l'odeur désagréable et nuisible des vapeurs nitreuses; la force électro-

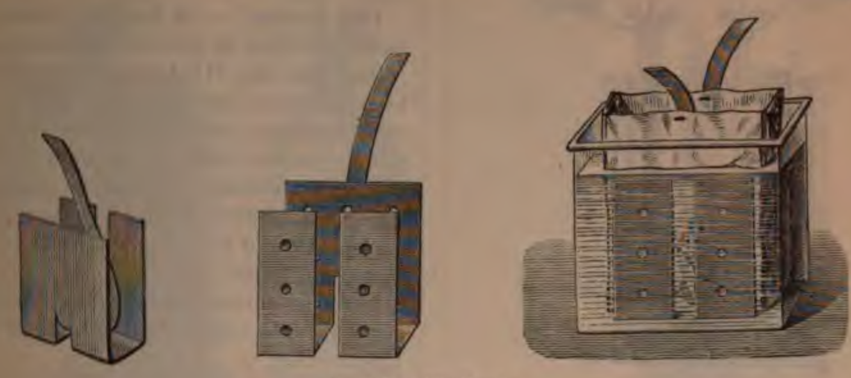


Fig. 707. — Pile Reynier.

otrice de ces éléments est d'environ 2 volts, t la résistance est assez faible.

Telles sont les piles employées par M. Des- uelles en 1886 pour l'éclairage des wagons-restaurants des trains de Paris à Bruxelles. Le vase extérieur, de forme cubique, est en ébonite et garni sur ses parois intérieures de lames de charbon de cornue rainées.

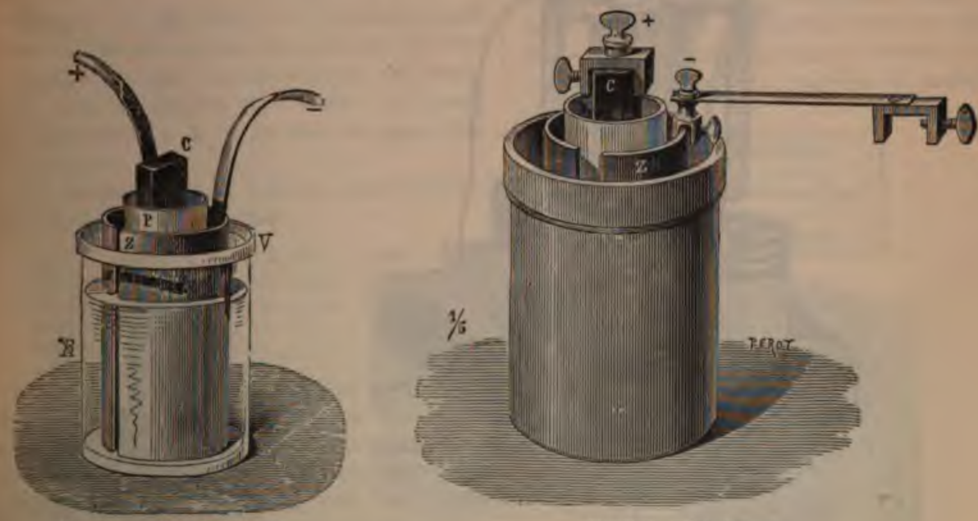


Fig. 708. — Pile Marié-Davy.

Fig. 709. — Pile Bunsen.

l contient un mélange de

Eau	1000 gr.
Bichromate de soude	400
Acide sulfurique à 66°	400
Acide azotique à 36°	200

e vase est fermé par un couvercle qui main- t le vase poreux.

elui-ci renferme quatre lames de zinc, amal- nées et frottées d'un mélange de graisse minérale et de mercure, et un liquide formé de

Eau	1000 gr.
Acide sulfurique à 66° traité par l'huile (voy. *Entretien des piles*).	380
Sulfate mercurique	10

Pile Fuller. — Le mélange de bichromate et d'acide sulfurique est placé dans le vase extérieur avec une plaque de charbon pourvue d'une tête métallique (fig. 710).

Le vase poreux renferme de l'eau et un crayon de zinc terminé par une base élargie plongeant dans une petite quantité de mercure,



Fig. 710. — Pile Fuller.

qui maintient le zinc bien amalgamé, augmente la constance et diminue la résistance.

Cette pile est employée par le *General Post Office* de Londres, par plusieurs voies fer
anglaises et plusieurs lignes sous-mari
notamment celle de Brest à Saint-Pierr
Miquelon. Sa force électromotrice est d'e
ron 2 volts.

Piles Radiguet. — M. Radiguet a imaginé
sieurs modèles de piles au bichromate.

Dans l'un (fig. 711) les charbons restent d
le bichromate quand la pile est au re
mais les zincs peuvent être soulevés. Pou
pile de quatre éléments, les zincs sont fix
un support glissant le long d'un montant v
tical à crémaillère. Pour les batteries form
d'un plus grand nombre d'éléments, on fixe
zincs à un treuil.

L'auteur indique pour la charge de cha
élément de 15 centimètres de hauteur :

Vase extérieur.	Bichromate de potasse..	75
	1re mesure d'eau.......	265
	Acide sulfurique........	175
	2e mesure d'eau........	265
Vase poreux..	Eau.....................	150
	Acide sulfuriq. au soufre.	765





Fig. 711. — Pile Radiguet au bichromate de potasse.

Un autre modèle (fig. 712), destiné surtout à un emploi intermittent, sonneries, allumeur-extincteur, etc., contient dans le vase extérieur du bichromate de soude et un cylindre creux de charbon formant le pôle positif. Le vase poreux central renferme l'eau acidulée et le zinc.

La partie originale de cette pile consiste en ce que le zinc peut être employé d'une manière quelconque, sous forme de billes ou même
déchets quelconques. Ces morceaux de zinc s
placés sur un support métallique, commu
quant avec une cuvette placée au-dessous
qui contient un amalgame destiné à en
tenir le zinc en bon état. Notre figure rep
sente à part ce support à amalgamer, d
on voit d'ailleurs l'extrémité au centre de

zinc dans ces conditions n'est pas atta-
rcuit ouvert, ce qui fait une économie
et en même temps assure beaucoup plus



Fig. 712. — Pile domestique Radiguet.

ps la constance de l'appareil. Aussi
fournir un assez long service sans être
e. Lorsque l'intensité baisse, on change
dulée à l'aide d'un siphon; la charge
romate peut servir trois ou quatre fois
gtemps.

elaurier. — La solution de bichromate
e est remplacée par

....	1000 gr.
omate de potasse..........	112,5 gr.
sulfurique à 66°..........	225 gr.
te de soude................	100 —
te ferreux..................	100 —

uide est placé dans le vase poreux, qui
deux plaques de charbon réunies en
(fig. 713). Le vase extérieur reçoit un
amalgamé et de l'eau ordinaire, qu'on
avec une petite quantité du liquide
t. Cette pile est employée depuis plu-
nnées, à la place de la pile Bunsen,
arsenaux, les écoles d'artillerie, les
s de canons; elle est appliquée d'une
nérale aux moteurs Lenoir et aux or-
ctriques.

oris-Baudet. — Ce modèle est monté au
ate de potasse. Le vase poreux, qui est
laire, reçoit un zinc plat (fig. 714). Le
érieur renferme deux lames de char-
cées de chaque côté du vase poreux, et
quatre vases BCDE; B et D sont percés de trous
et remplis de cristaux de bichromate; C et E
sont poreux et servent de réservoir à acide.

Pile à déversement de Radiguet. — Enfin
M. Radiguet a cherché à assurer la constance



Fig. 713. — Pile Delaurier (Guérot).

des piles au bichromate en séparant complètement les liquides lorsqu'elles sont au repos, afin d'empêcher leur diffusion à travers le vase poreux. Pour cela l'eau acidulée est contenue

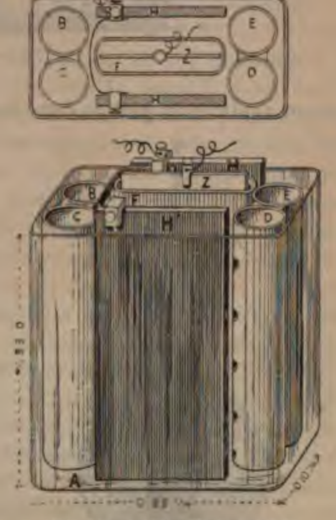


Fig. 714. — Pile Cloris-Baudet.

dans un vase FF' de forme compliquée, dont une moitié F' est vernie et l'autre F poreuse; dans cette dernière est fixé le zinc (fig. 715). Quand la pile fonctionne, le vase poreux F est

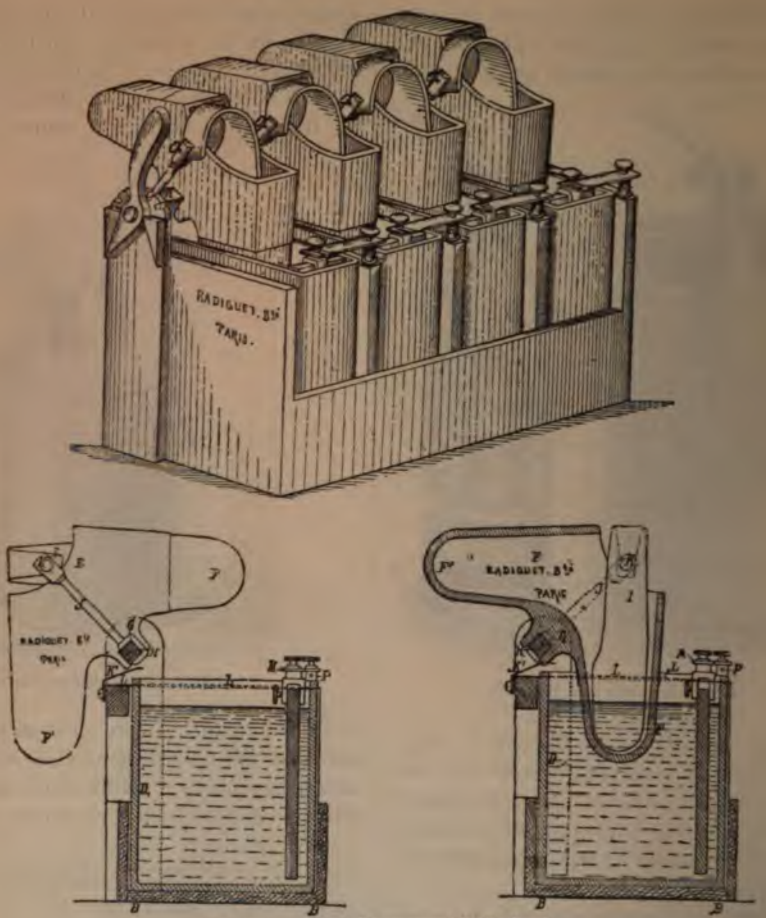


Fig. 715. — Pile à déversement de Radiguet.

rempli d'eau acidulée et plonge dans le bichro-



Fig. 716. — Pile bouteille de Grenet.

mate. Lorsqu'on ne s'en sert plus, on fait bas-culer à la fois tous les vases poreux auto leur axe commun : l'eau acidulée tombe da partie F' ; elle n'attaque donc plus le zinc risque pas de se mélanger avec le bichro à travers le vase poreux.

Piles dépolarisées à un seul liquide. existe des piles dans lesquelles le dépola est mélangé avec le liquide excitateur, s' lui-même liquide, ou fixé sur la surfa l'électrode positive, s'il est solide.

Piles au bichromate. — Telles sont les pi bichromate de potasse ou de soude dan quelles, à l'inverse de celles déjà décrit bichromate est mélangé avec l'eau aci Ces piles ont l'avantage de rester montée longtemps, si l'on s'en sert peu, ou de f un grand débit pendant quelques heures une intensité qui décroît faiblement e régularité.

L'une des formes les plus répandues *pile bouteille* (fig. 716) de Grenet.

Un flacon de verre contient une dissolution de bichromate de potasse additionnée d'acide sulfurique ; deux lames de charbon reliées ensemble et formant le pôle positif plongent constamment dans le liquide; une lame de zinc Z, placée entre les deux charbons CC, peut

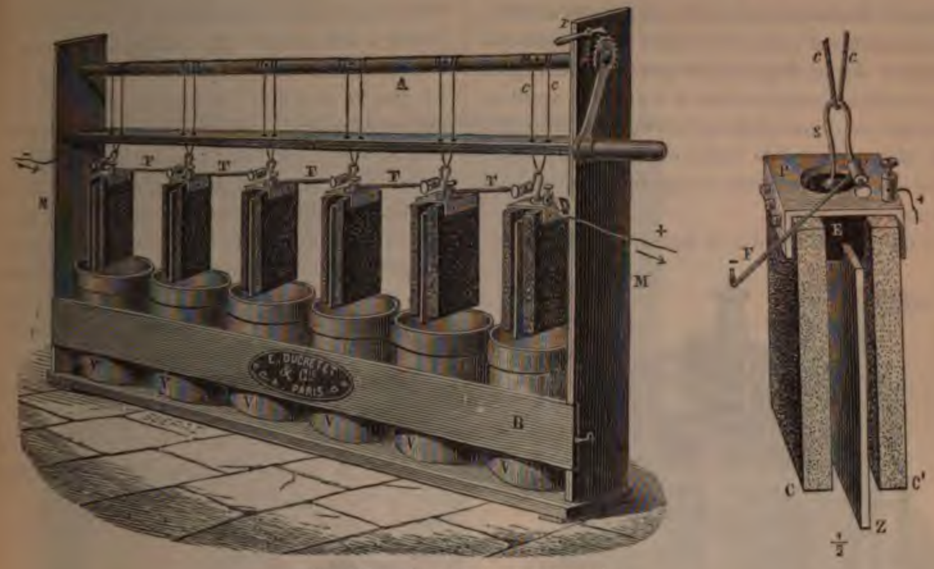


Fig. 717. — Grande pile au bichromate.

re immergée à volonté en appuyant sur la ge centrale.



Fig. 718. — Pile Leclanché à vase poreux.

ur les laboratoires, il est commode de fixer ames zinc et charbon à une traverse de bois que fait mouvoir un treuil à rochet (fig. 717), ce qui permet de les plonger plus ou moins dans le bichromate contenu dans les vases de grès et de les retirer instantanément quand on ne se sert plus de l'appareil.

Pile Leclanché. — Le liquide actif de cette pile est une dissolution de sel ammoniac; le zinc sert encore de pôle négatif et le charbon de pôle positif. La substance dépolarisante est du bioxyde de manganèse mélangé avec de petits fragments de coke. Le vase poreux, qu'on se procure tout préparé, est complètement rempli par le charbon positif et par ce mélange solide. Le zinc a la forme d'un bâton cylindrique qu'on place dans un des coins du vase de verre disposé à cet effet (fig. 718). On verse au fond la quantité nécessaire de chlorhydrate d'ammoniaque solide et l'on achève de remplir avec de l'eau. Il se forme d'abord du chlorure de zinc, du gaz ammoniac et de l'hydrogène, puis le chlorure de zinc lui-même est décomposé et la réaction devient plus complexe. L'hydrogène agit sur le bioxyde de manganèse pour donner de l'eau et du sesquioxyde.

Dans d'autres modèles (fig. 719), le vase poreux est supprimé et l'on dispose, de chaque côté de la plaque de charbon, des briquettes agglomérées formées d'un mélange de bioxyde de manganèse, de charbon, de bisulfate de potasse et

de résine-gomme laque. Une cale de bois empêche le zinc de venir toucher cet assemblage, et deux anneaux de caoutchouc maintiennent le tout en place.

La pile Leclanché présente de grands avantages, notamment celui de ne pas s'user à circuit ouvert et de se dépolariser pendant le repos. Elle convient parfaitement à toutes les applications qui ne demandent qu'un emploi intermittent. Mais son faible débit et la rapidité avec laquelle elle se polarise la rendent impropre à tout service continu.

La figure 720 montre la dernière forme donnée à la pile Leclanché par M. Barbier. Le pôle positif est constitué par un charbon aggloméré en forme de cylindre creux, qui sert en même temps de dépolarisant. La composition et la fabrication de ces agglomérés a été modifiée, de façon à les rendre plus durables et aussi plus conducteurs, ce qui permet de supprimer la plaque de charbon. Le crayon de zinc est placé au centre de la pile et maintenu séparé du charbon par un bouchon de bois circulaire; il est muni au bas d'un petit tube isolant de caoutchouc. Le charbon est entouré d'un joint en caoutchouc qui achève de fermer le vase assez hermétiquement pour éviter l'évaporation et par suite les ennuis des sels grimpants. La position centrale du zinc permet une meilleure utilisation du dépolarisant : la figure montre séparément le charbon et le zinc de ce nouvel élément.

La pile Lacombe (fig. 721) possède également un zinc Z et un charbon AB concentriques;

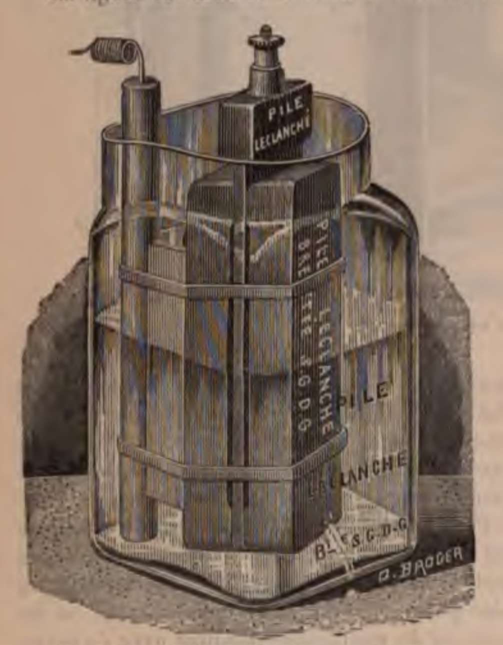


Fig. 719. — Pile Leclanché à plaques agglomérées.



Fig. 720. — Pile Leclanché-Barbier (nouveau modèle).

mais la disposition du charbon est différente. A est un cylindre de charbon et B un cylindre poreux percé de trous : ils sont réunis par des entretoises en verre C. Le mélange dépolarisant M est placé entre A et B et peut être changé facilement. Un collier métallique N entoure le charbon et porte l'électrode positive.

Pile Leclanché-Goodwin. — La pile Leclanché a reçu encore diverses formes. La plus intéressante est celle imaginée par M. Goodwin, qui a remplacé le vase poreux ou les plaques agglomérées par un vase cylindrique en charbon, dont les parois sont rendues très poreuses, et qui est rempli d'un mélange de charbon et de bioxyde de manganèse (fig. 722). On peut augmenter encore la surface en adoptant la forme que représente le second modèle de notre figure.

Avec ces vases, la résistance de la pile est rendue très faible et l'on peut s'en servir pour une production de lumière intermittente, par exemple pour faire fonctionner des lampes à incandescence de huit à dix bougies pendant quinze ou vingt minutes.

Les constantes de la pile Leclanché sont ordinairement :

Force électromotrice...........	1,48
Résistance.....................	1,30-1,76

Avec les vases poreux Goodwin, elles deviennent :

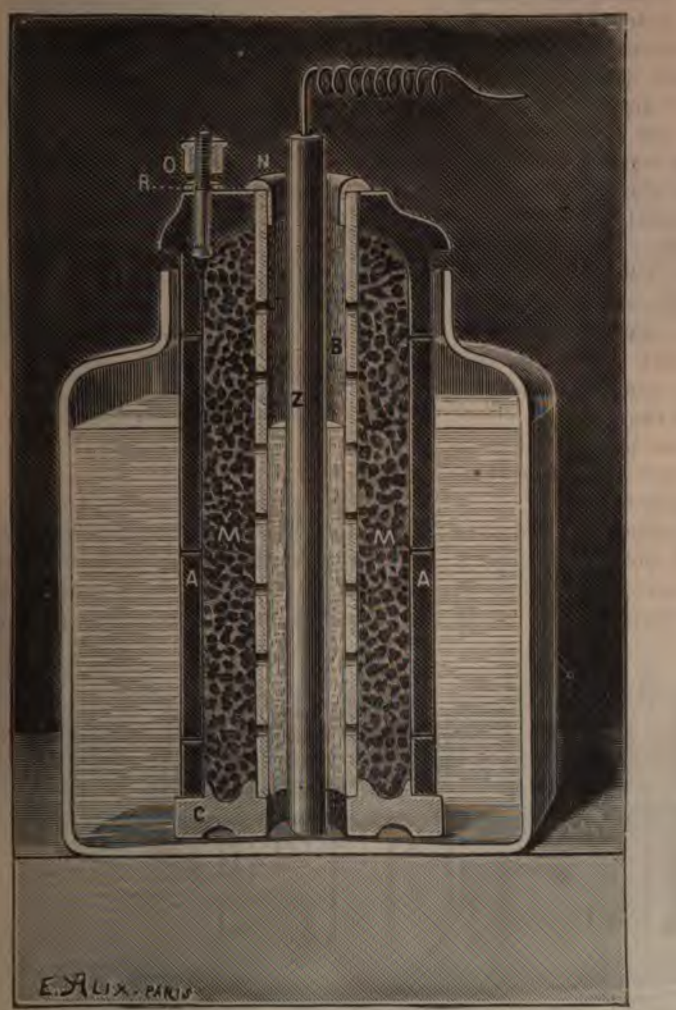
Force électromotrice...........	1,46
Résistance.....................	0,11-0,12

Pile Roberts. — Elle est composée de chlorhy-

rate d'ammoniaque ou d'acide sulfurique étendu, d'un zinc amalgamé et d'un aggloméré (mélange de permanganate de potasse ou de soude et d'oxyde de plomb) muni d'une tige de charbon de cornue. La force électromotrice est 2 volts.

Pile Niaudet. — Elle diffère de la pile Leclanché par la substitution du chlorure de chaux au peroxyde de manganèse et celle de l'eau salée au sel ammoniac.

Pile Pollak. — Ce modèle, expérimenté à Berlin en 1889, se compose d'un vase B en verre ou en ébonite (fig. 723), renfermant un cylindre de zinc Z réuni à la borne R, et un cylindre de charbon très poreux C, dont la partie inférieure



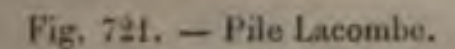


Fig. 721. — Pile Lacombe.



Fig. 722. — Vases poreux Goodwin.

est recouverte d'un dépôt de cuivre galvanique. On charge avec du chlorhydrate d'ammoniaque, qui, sous l'action du courant, donne du chlorure de cuivre. Ce sel est ensuite attaqué par l'hydrogène et reforme du chlorhydrate d'ammoniaque. Ce produit se régénère donc sans cesse, et la pile peut servir jusqu'à épuisement du zinc.

On peut encore supprimer le cuivrage du charbon, et charger la pile au brome et à l'oxychloride de fer. Il se forme du chlorure de fer, qui s'oxyde de suite et repasse à l'état d'oxychloride. Ces piles sont très constantes. La force électromotrice est 0,955 volt.

Piles au chlorure d'argent. — Dans la pile Warren de la Rue, le dépolarisant est une couche de chlorure d'argent fondu, qui entoure un fil d'argent représentant l'électrode positive.

Le liquide excitateur est encore une solution de chlorhydrate d'ammoniaque. Le cylindre de zinc n'est pas amalgamé, parce que le mercure amalgamerait et finirait par couper le fil d'argent. Le tout est placé dans un tube de verre, fermé par un bouchon de paraffine percé de deux trous, l'un pour laisser passer le zinc, l'autre pour introduire le liquide. Un cylindre de parchemin végétal V*p* entoure le zinc pour empêcher les contacts accidentels avec le chlorure d'argent. Le chlorure d'argent absorbe l'hydrogène en donnant de l'argent et de l'acide chlorhydrique. La figure 724 montre une pile de 10 éléments; les divers organes sont représentés à part. SW est le fil d'argent. L'auteur a obtenu des effets remarquables en employant 25 400 éléments de ce genre.

Dans la pile Skrivanow, l'électrode positive est une lame d'argent, entourée de chlorure d'argent, qui est lui-même protégé par une enveloppe de parchemin. Deux plaques de zinc sont disposées de chaque côté. Le liquide est une dissolution de potasse caustique.

La pile Marié-Davy est une pile Warren de la Rue dans laquelle le chlorure d'argent est remplacé par du chlorure de plomb fondu.

Pile de Lalande et Chaperon. — Le liquide actif est une dissolution de potasse caustique à 30 ou 40 p. 100. Le pôle négatif est une lame de zinc, le pôle positif une plaque de fer ou de cuivre au contact de laquelle on place une ce
taine quantité de bioxyde de cuivre, destiné
servir de dépolarisant. Le zinc s'oxyde aux d
pens de l'hydrate de potasse et met en libe
de l'hydrogène, qui va reformer de l'eau

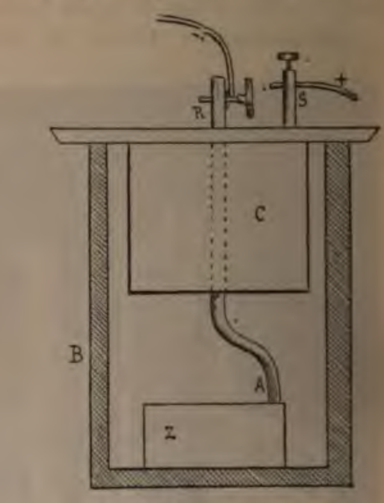


Fig. 723. — Pile Pollak.

présence de l'oxyde de cuivre. L'oxyde de zi
se combine lui-même avec la potasse pour do
ner du zincate de potasse. La figure 725 mont
un élément de cette pile pouvant servir a
applications qui ne demandent qu'un coura

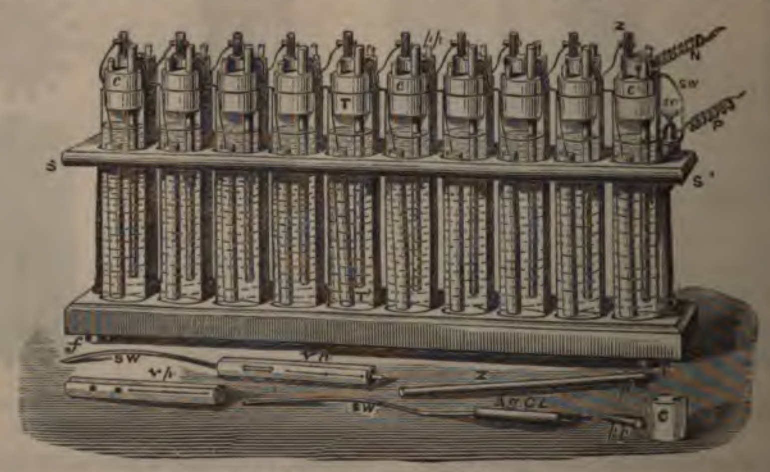


Fig. 724. — Pile Warren de la Rue.

peu intense, comme le téléphone ou les sonneries. Le zinc D est replié en une spirale horizontale; le pôle positif est constitué par une boîte de fer A qui contient l'oxyde de cuivre. Cette boîte sert à renfermer la potasse solide pendant le transport. Cet élément a 18 centimètres de hauteur et peut fournir 55 ampèr
heure, avec un débit maximum d'un de
ampère.

On obtient un débit beaucoup plus gr
avec la forme d'élément à grande surface rep
sentée fig. 726. Une caisse en fer sert à la f

récipient et de pôle positif. On verse au fond e couche d'oxyde de cuivre. La lame de zinc pose sur quatre supports en ciment placés x quatre angles. Une couche de pétrole versée par dessus la potasse la préserve du contact de l'air. Un modèle de 40 centimètres de longueur, 20 centimètres de largeur et 10 centimètres de hauteur peut donner 500 ampères-heure, par conséquent 1 800 000 coulombs. Les modèles à grand débit conviennent surtout pour l'éclairage.

On construit aussi de nouveaux modèles à fermeture hermétique (fig. 727) qui sont préférables aux précédents. Le pôle positif est formé par une bouteille de fer qui sert en même temps d'enveloppe, et qui est paraffinée à l'extérieur



. 725. — Pile de Lalande et Chaperon pour sonnerie ou téléphone.



Fig. 726. — Pile de Lalande à grand débit.

ur la préserver de l'oxydation. Le goulot est rmé par un bouchon de caoutchouc que trarse une tige de laiton supportant le cylindre zinc, qui est plein. Un tube métallique, fermé par un tube de caoutchouc fendu et formant soupape, traverse aussi le bouchon. On construit dans ce modèle des éléments à grand et à petit débit, représentés par la figure.





Fig. 727. — Piles hermétiques de Lalande.

Les piles à oxyde de cuivre ont l'avantage de pas s'user à circuit ouvert; elles peuvent nc sans inconvénient rester montées d'une on continue jusqu'à ce que les corps qui les nstituent soient usés. Elles ne donnent ni vapeur nuisible, ni odeur désagréable, ne produisent ni évaporation, ni sels grimpants. Les produits sont faciles à régénérer. Ces piles conviennent parfaitement aux usages domestiques.

Elles ont l'inconvénient d'employer une solu-

tion très caustique qui peut occasionner des accidents si un élément vient à être renversé; d'ailleurs ce défaut se trouve bien diminué par l'emploi d'éléments hermétiques. On peut aussi leur reprocher la faiblesse de leur force électromotrice, qui est inférieure à celle des couples Daniell; elle est égale à 0,85 volt. On est alors forcé de prendre un plus grand nombre d'éléments en tension pour obtenir une certaine force électromotrice.

Pile Dun. — Cette pile, qui se construit à

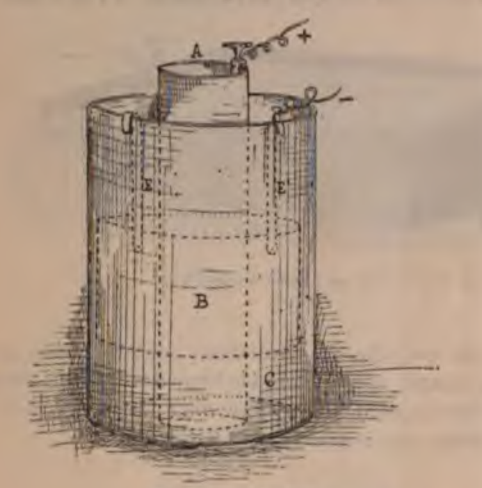


Fig. 728. — Pile Dun.

Francfort-sur-le-Mein, est, comme la précédente, à la potasse, mais le dépolarisant est du permanganate de potasse, contenu dans un vase cylindrique en charbon de cornue A (fig. 728), bouché à son extrémité inférieure et servant d'électrode positive. Le vase de verre C reçoit la potasse et un zinc circulaire B, soutenu par des crochets EE'.

Cette pile est inodore et ne s'use pas à circuit ouvert. La force électromotrice, qui est 1,8 volt au début, tombe ensuite à 1,2 volt. Au bout de quelques heures de service, il est utile de la laisser reposer.

Pile Borchers. — Cette pile, qui porte aussi le nom d'*élément fer-zinc* (fig. 729), est d'une construction très simple. Le vase extérieur G est un tube de fer forgé portant aux deux bouts un culot C et un manchon N de même métal. Un couvercle V en ébonite, séparé du fer par un bourrelet de caoutchouc *b*, supporte un fort crayon de zinc Z. Les prises de courant sont en B et M. Le liquide employé est un mélange de soude caustique, d'azotate et de chlorure de sodium.

Pile à électrodes de charbon. — MM. Tom masi et Radiguet ont imaginé une pile sans mé taux ; l'électrode positive est un bâton de char bon recouvert d'une couche de peroxyde de plom et renfermé dans un sac en toile. L'électrod négative est un tube cylindrique de charbo percé de trous (fig. 730), qui entoure l'autr pôle; le tout est mis dans un vase en verre rem



Fig. 729. — Pile Borchers.

pli de fragments de charbon de cornue, et l'on verse, jusqu'au milieu de la hauteur, une solution concentrée de chlorure de sodium.

D'après M. Tommasi, le charbon décompose l'eau en circuit fermé, en donnant de l'hydrogène et de l'acide carbonique, mélangés sans doute d'oxyde de carbone. L'hydrogène réduit le peroxyde de plomb, en formant de l'eau et du plomb.

Cette pile, qui possède une force électromotrice de 0,6 à 0,7 volt, se polarise rapidement; elle ne convient donc qu'aux usages intermittents, mais elle peut fonctionner pendant u temps extrêmement long, sans autre précau tion que de remplacer l'eau qui s'évapore.

Montage et entretien des piles hydro-électri ques. — Quelle que soit la pile dont on fa usage, qu'elle doive être fréquemment nettoyé ou qu'elle puisse fonctionner longtemps, il fau dra toujours la remonter au bout d'un certai temps, et cette opération, qui se représent

ement, ne saurait être faite avec trop
Les précautions nécessaires étant à
es mêmes, nous avons jugé préférable
oir ici.

des zincs malgamés. — La question
portante, c'est de maintenir les zincs
gamés. L'expérience montre en effet
c amalgamé n'est attaqué par l'eau
ne pendant le passage du courant,
le zinc du commerce se dissout
cuit ouvert. L'amalgamation est donc
ortance capitale : elle doit être faite
ur les zincs neufs, que l'on achète
presque toujours insuffisamment amalgamés, et recommencée chaque fois qu'on démonte la pile.

Pour faire cette opération, on passe d'abord chaque zinc dans l'eau acidulée par 1/16 d'acide sulfurique en volume, puis on le trempe dans le mercure, que l'on fait adhérer en frottant avec un chiffon ou une brosse en fil de laiton. Enfin on le laisse égoutter pour recueillir les gouttelettes qui coulent de la surface. Pour employer peu de mercure à l'amalgamation, on peut se servir, si le zinc est cylindrique, d'une cuvette en bois dur en forme de gouttière; si



Fig. 730. — Pile sans métaux Tommasi et Radiguet.

t plat, on prend un vase de grandeur
. On peut aussi amalgamer avec une
le chlorure de mercure, ou même avec
; mais le premier procédé nous paraît

t encore, surtout dans les piles qui
onctionner longtemps, mettre un peu
re au fond des vases, de sorte que
nation s'entretienne d'elle-même sous
e du courant; mais ce procédé n'est
inconvénient : l'amalgamation se fait
al dans le haut, tandis que dans le
s du mercure ronge le zinc plus vite.

tion du liquide excitateur. — L'eau
employée comme liquide excitateur
tenir 1/10 de son volume d'acide sul-
cependant nous croyons que de l'eau
au 1/20 et même au 1/40 peut souvent
suffire. Cela dépend d'ailleurs du temps pendant lequel la pile doit rester en fonction. Pour purifier l'acide sulfurique préparé par les pyrites, M. d'Arsonval conseille d'ajouter environ 5 centigrammes d'huile à brûler par litre. Il se forme ainsi de l'acide sulfoglycérique et des savons insolubles qui, en se précipitant, entraînent les métaux étrangers, fer, plomb, arsenic.

L'eau acidulée peut être remplacée dans toutes les piles en général par une solution de sulfate de zinc : on obtient ainsi une force électromotrice un peu plus faible, mais une constance plus grande. Quelquefois aussi on emploie l'eau pure comme liquide excitateur; nous en avons vu un exemple dans la pile Cabaret ; cette disposition augmente beaucoup la résistance et par suite diminue l'intensité.

Piles au bichromate. — Pour le mélange qui doit remplir les piles au bichromate à un seul liquide, on indique généralement la composition suivante :

Eau..........................	1000 gr.
Bichromate de potasse.........	5-10 —
Acide sulfurique..............	10-20 —

Dans les piles bouteilles, où le liquide n'est pas renouvelé automatiquement, il vaut mieux ne pas mettre beaucoup d'acide, ce qui augmente le débit, mais au détriment de la constance du courant. On en ajoute un peu quand l'intensité commence à baisser. On dissout d'abord le bichromate, et l'on ajoute ensuite l'acide peu à peu.

On peut éviter le maniement de l'acide au moyen d'une combinaison de bichromate et d'acide sulfurique qu'on trouve en cristaux dans le commerce : pour monter la pile, il suffit de dissoudre ce sel chromique dans l'eau, à raison de deux cents grammes par litre.

Nous avons indiqué plus haut les formules relatives à la pile au bichromate à deux liquides.

Vases poreux. — Les vases poreux, dans les piles qui en contiennent, doivent être de bonne qualité : pour s'en assurer, on peut les remplir d'eau et les abandonner pendant une heure environ ; au bout de ce temps, le liquide doit se montrer en gouttelettes sur la surface extérieure, mais sans couler. On vernit souvent le haut de ces vases pour empêcher la formation des sels grimpants. Pour la même raison on les enduit aussi de paraffine, et l'on fait de même pour la partie supérieure des vases de verre de la pile Leclanché.

Presses et contacts. — Il importe d'employer pour les communications des pinces d'une forme commode, et de bien nettoyer les contacts à l'émeri ou avec une lime fine : les extrémités des fils conducteurs doivent aussi être bien propres. Ces précautions peuvent influer beaucoup sur l'intensité du courant, surtout lorsque la résistance du circuit est faible : un contact oxydé ou malpropre suffit alors à augmenter beaucoup la résistance et à diminuer l'intensité dans une proportion notable.

Il est bon d'employer des zincs absolument dépourvus de queue ou d'attache en cuivre, quand on doit les amalgamer souvent ; cette opération se fait alors plus commodément, et l'entretien des contacts est plus facile. Dans les piles Leclanché ou analogues, les contacts sont généralement soudés aux deux pôles, comme le montrent nos figures : cette disposition n'a pas d'inconvénients, ces modèles r longtemps sans être nettoyés.

Piles à écoulement.

Certains inventeurs ont cherché à constance du courant pendant un lon à supprimer en même temps les désagréables que nécessite l'entretien velant les liquides automatiquemen cas, il n'est plus nécessaire de démo que pour remplacer les zincs lors usés. Une pile de cette espèce qui se tement constante et suffisamment rendrait de grands services pour le tions d'une certaine durée. Nous al quer quelques-unes des solutions pr

Pile O'Keenan. — M. O'Keenan a cette méthode à la pile de Daniell. Le sont contenus dans des compartiment en bois paraffiné : chacun d'eux c zinc de très grande dimension, ent gaine de papier parchemin ouverte en bas, qui remplace le vase poreux. côté sont fixées deux lames de plomb qui forment le pôle positif. Tous le portent d'ailleurs une fente vertica met en communication avec un com ménagé à la partie antérieure et fern glace (fig. 731). A droite se trouve percée de petits trous et remplie de c sulfate de cuivre. On fait arriver san l'eau goutte à goutte au haut du com antérieur, de manière à le mainte cette eau, pénétrant à travers les p placés à droite, rencontre le sulfate d se transforme en une dissolution sat par les fentes verticales, pénètre dan éléments autour des vases de parche que élement contient donc trois couc posées : à la partie supérieure, un d'eau de quelques centimètres qui aussi dans l'intérieur des vases po dessous une couche bleue de sulfate qui entoure les vases poreux sur hauteur et baigne les lames de plom la partie inférieure des éléments, un saturée de sulfate de zinc provenant du métal attaqué. Cette couche de zinc garde une épaisseur constante : d tend à la dépasser, l'excédent se d dehors par un trop-plein, que l'on voi au bas de l'appareil.

Les manipulations nécessaires à l' de cette pile se bornent donc à régler pour toutes l'écoulement de l'eau et

c jour dans la trémie placée à la partie eure la quantité de sulfate de cuivre né- re pour maintenir pleine la boîte située sous. La partie inférieure de l'appareil it une réserve de sulfate. Sur la plan- du milieu, l'on peut disposer des accu- urs pour les charger, ainsi que le repré- a figure. Cette pile présente évidemment des dispositions intéressantes; remarquons cependant que la communication établie entre tous les éléments par le compartiment anté- rieur doit produire des dérivations et diminuer la force électromotrice totale, et que la substi- tution de l'eau pure à l'eau acidulée augmente la résistance.

Piles à écoulement au bichromate de potasse.

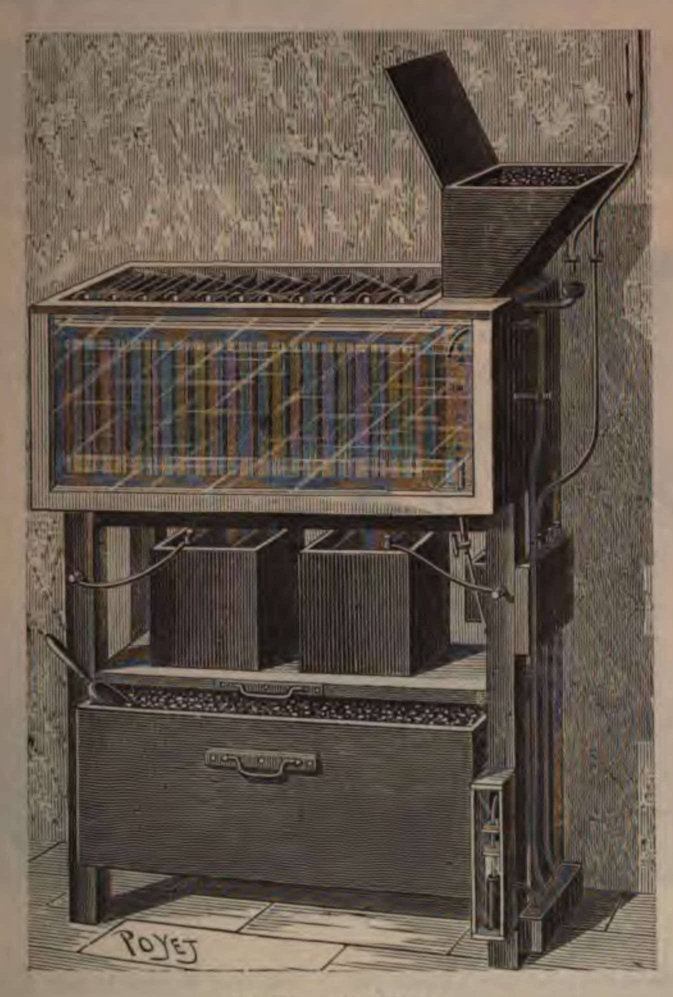


Fig. 731. — Pile O'Keenan.

dispositions analogues ont été adaptées t aux piles à bichromate, à un ou à deux es; la figure 732 représente un de ces eils, formé de quatre éléments à un seul e. Chaque couple se compose d'un vase de contenant un vase poreux percé de trous grands, qui sert seulement à empêcher ntact entre le charbon et le zinc, quand i se déplace en s'usant. Le pôle positif est constitué par trois ou quatre plaques de charbon disposées autour du vase poreux et réunies par des pinces à un cercle de cuivre. Le pôle négatif est formé d'une longue baguette de zinc qui s'enfonce dans le vase poreux à mesure qu'elle s'use. Un peu de mercure, placé au fond de ce vase, maintient le zinc toujours amalgamé, condition nécessaire pour qu'il ne s'use pas en circuit ouvert. Le mélange de bichro-

mate et d'acide sulfurique coule goutte à goutte d'un réservoir supérieur dans le premier élément et de là dans tous les autres successivement, puis il est rejeté au dehors. Il est préférable que ce liquide arrive au haut de chaque couple et sorte par la partie inférieure : on évite ainsi l'engorgement par des amas de cristaux. Notre figure représente la pile en train de charger des accumulateurs.

Pile Camacho. — Les vases sont rectangu
res (fig. 733) ; les pôles positifs sont formés
des vases poreux contenant une lame de char
de cornue, autour de laquelle on a tassé
fragments de la même substance. Les zincs
tourent ces vases poreux. Les éléments
placés sur des gradins, et reliés par des siph
en caoutchouc, qui partent du fond de cha
vase pour s'ouvrir à la surface du suivant



Fig. 732. — Pile à écoulement au bichromate de potasse (Aboilard).

solution de bichromate peut être utilisée plusieurs fois.

Pile Chuteaux. — Chaque élément de cette pile est formé d'un vase de grès percé à la partie inférieure, que l'on remplit d'un côté de fragments de charbon de cornue parmi lesquels une plaque de charbon servant d'électrode, de l'autre de sable siliceux avec une plaque de zinc. Ces deux mélanges sont séparés par un plan vertical passant par l'axe du cylindre. Deux éléments de ce genre sont superposés. Au-dessus est un vase poreux muni d'un ballon

renversé, comme la pile de Daniell ou de M
dinger, et qui laisse couler lentement le m
lange de bichromate, d'acide sulfurique et
sulfate mercurique. Le liquide est recueilli à
sortie de l'élément inférieur, et peut servir
core deux fois. Quand il a traversé trois fois
pile, il est épuisé. Cette pile est assez const
mais elle possède une très grande résist
Elle a été employée pendant le siège de Pa
pour produire de la lumière électrique.

Pile siphoïde Cloris-Baudet. — La figure
montre l'ensemble et les détails princip

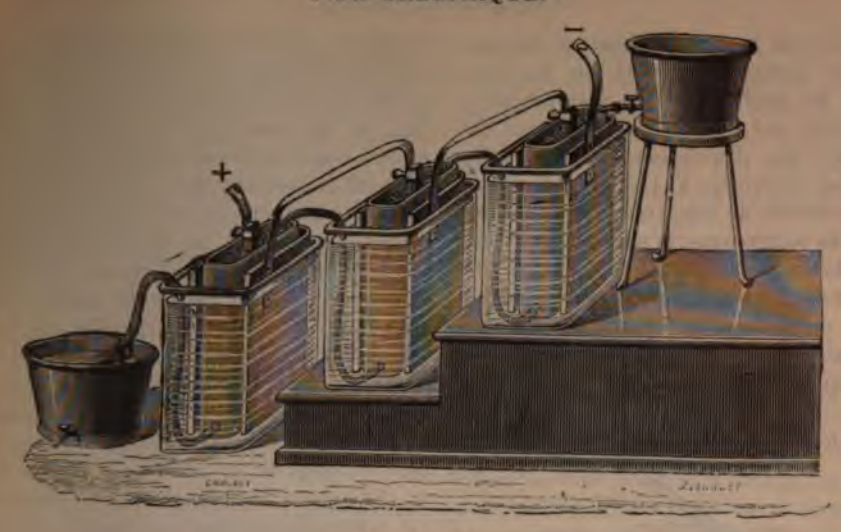


Fig. 733. — Pile Camacho.

une pile à écoulement au bichromate, mais à deux liquides. Les éléments, au nombre de douze, sont disposés sur une même planchette horizontale. Les charbons et les zincs ont la forme de plaques : ces derniers sont épais et suspendus à une traverse L, commandée par un

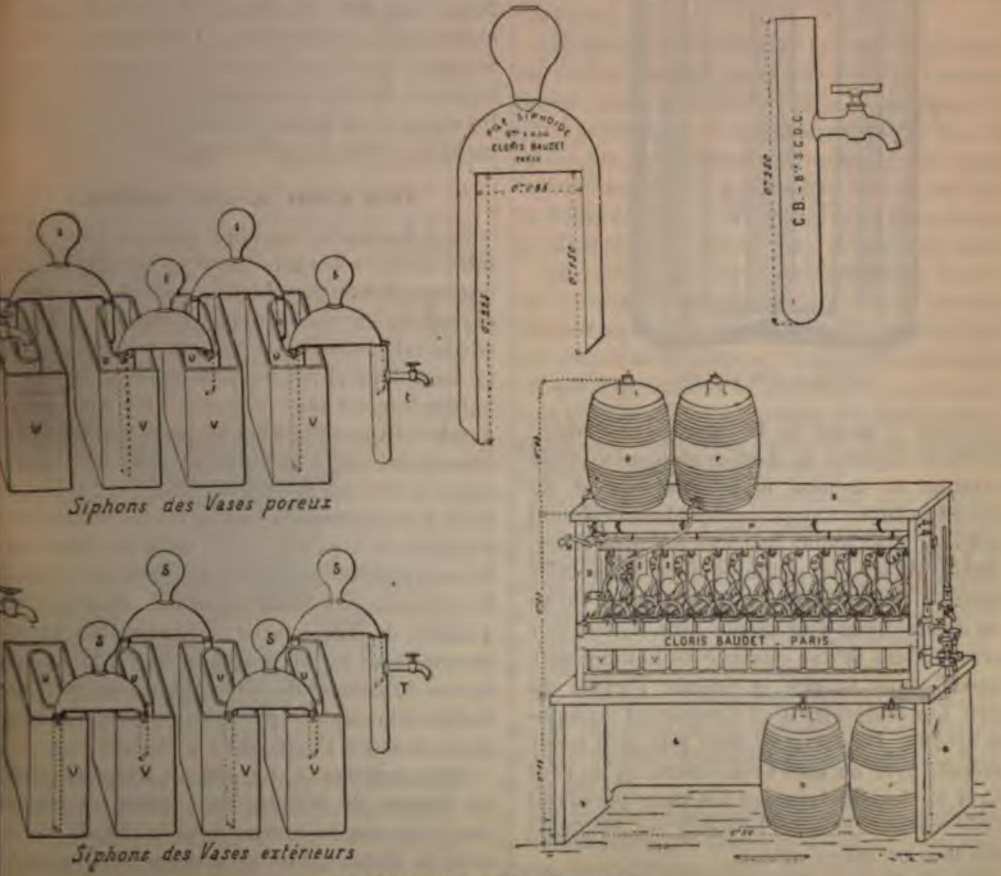


Fig. 734. — Pile siphoïde Cloris-Baudet.

treuil à manivelle M, ce qui permet de les sortir des vases poreux lorsque la pile ne fonctionne pas. Du fond de chaque vase poreux *v* part un siphon qui vient s'ouvrir au haut du vase suivant; une disposition identique relie tous les vases extérieurs V. Les réservoirs R et *r*, placés au-dessus de l'appareil, sont remplis, le premier de bichromate, le second d'eau acidulée, et bien bouchés; ils sont munis de tuyaux A et *a* qui aboutissent à la partie supérieure des deux vases du premier élément, celui de gauche; ces tuyaux sont également pleins de liquides. La pile étant ainsi disposée, il suffit, pour renouveler les solutions, d'ouvrir légèrement les deux tubes de déversement T et *t*

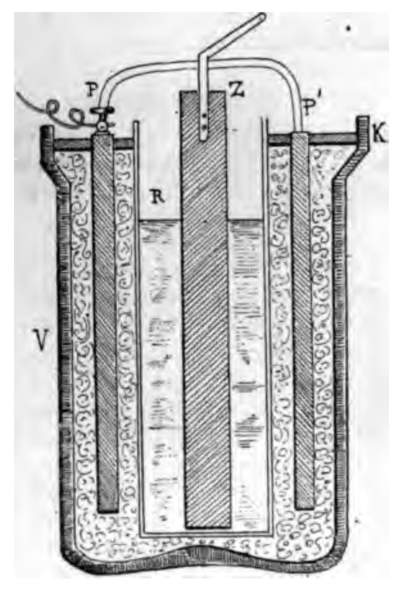


Fig. 735. — Pile Upward.

qu'on voit à droite de la figure d'ensemble : chacun des liquides du dernier élément s'écoule lentement au dehors, mais l'abaissement du niveau détermine l'appel du liquide de l'élément précédent, et de même jusqu'au premier. Enfin, la baisse du niveau produite dans le premier élément à gauche débouche l'orifice du tuyau A ou *a* : une bulle d'air monte dans le réservoir correspondant et une quantité de liquide égale descend dans la pile et referme l'orifice du tuyau. Les réservoirs R' et *r'* reçoivent les liquides épuisés. On voit que cette pile peut servir à volonté avec ou sans écoulement, qu'on peut retirer facilement les zincs des vases poreux et qu'elle occupe peu de hauteur, les éléments étant tous au même niveau.

Pile au chlore de R. Upward. — Cette pile, imaginée en 1886, est très originale. C élément se compose d'un vase de grès r gulaire V, renfermant un vase poreux] (fig. 735) qui contient un zinc plat Z et de pure. Le vase extérieur, rempli par deux bons PP' et des fragments de la même subs est fermé hermétiquement par un bouch raffiné. On prépare du chlore par le pı de Scheele (bioxyde de manganèse et chlorhydrique) ou par toute autre mél dans une cornue de grès chauffée au ba sable; le courant de gaz passe successive par des tubulures ménagées à cet effet, tous les vases extérieurs, et va s'emmag dans un gazomètre. La dépolarisation e pide et complète, à cause de la grande a du chlore pour l'hydrogène. La manipu est extrêmement simple : il suffit de ch les zincs tous les six mois et d'ajouter de tous les huit jours; l'eau saturée de chlo par un robinet au bas de chaque couple.

Cette pile a une force électromotri 2,1 volts, mais sa résistance est un peu gı Néanmoins MM. Woodhouse et Rawson, construisent, l'emploient à l'éclairage de bureaux, où elle alimente 24 lampes à descence de 10 bougies. Elle est installée les caves et ne donne d'autre embarras c recharger tous les jours l'appareil à chlo

Piles sèches ou piles humides.

On a d'abord donné improprement le n piles sèches à des générateurs d'électricit quement formés de subtances solides. En r ces substances sont toujours humides, et tricité est encore due ici à une action chin Ce sont donc plutôt des *piles humides*. Or habituellement sous le même titre un c nombre d'appareils dans lesquels le liqui immobilisé en le mélangeant avec une tance solide ou spongieuse inactive; on alors les transporter et même les retourn répandre le liquide, ce qui est utile dan taines applications (télégraphie militaire Ce système a l'inconvénient de dimin quantité de liquide actif et d'augmenter sistance sans aucun profit; en outre, le l épuisé au contact des électrodes n'est q ficilement remplacé par le liquide frais stance inactive s'opposant à la circul

Piles anciennes. — La pile de est formée de disques zinc doré, superposés comme celle de Deluc (1818 papier doré.

La pile de Zamboni (1812) est formée de dis-
ues de papier recouverts d'argent ou d'étain
r l'une des faces, et de bioxyde de manganèse
r l'autre. Ces disques sont empilés comme
ns la pile de Volta, les faces identiques
ant toutes du même côté. Le peroxyde de
anganèse représente le pôle positif. Cette pile
t généralement entourée d'une enveloppe iso-
nte, qui conserve presque indéfiniment l'hu-
idité intérieure, et les deux pôles sont reliés
des boutons métalliques. Elle est employée
ns l'électroscope de Bohnenberger.

La pile de Watkins (1828) est formée de dis-
ues de zinc polis sur une seule face et séparés
r une couche d'air, qui attaque la face non
lie.

Pile Palmieri. — M. Palmieri emploie, pour
arger un électromètre destiné à l'étude de
lectricité atmosphérique, une pile semblable
celle de Zamboni, mais disposée dans l'inté-
eur d'un tube de verre plus large, de sorte
'elle en est séparée par une couche d'air. Les
ndelles qui composent la pile sont serrées
tre deux disques de cuivre qui forment les
les. Grâce à la couche d'air interposée, les
ndelles ne sont pas influencées par les chan-
ments d'état hygrométrique de l'air, et la
e reste constante pendant fort longtemps.

Pile humide Trouvé. — La disposition que
us signalons plus haut, et qui consiste à im-
biliser le liquide actif à l'aide d'une matière
ctive, plus ou moins solide, a été appliquée
x divers genres de piles.

M. Trouvé a appliqué ce système à la pile de
niell. Chaque élément est formé de deux
ques, l'un de cuivre, l'autre de zinc (fig. 736),



Fig. 736. — Pile humide Trouvé.

arés par une rondelle de papier buvard im-
ée de sulfate de cuivre sur la face en contact
c le cuivre, de sulfate de zinc sur celle qui
che le zinc. Cette pile est très constante,
is elle a une résistance considérable.

Pile Desruelles. — C'est une pile au bichromate de potasse, dont le liquide est solidifié par de l'amiante; mais on laisse la pâte assez fluide pour ne pas augmenter beaucoup la résistance, et l'on ajoute des substances qui la rendent hygrométrique et par suite l'empêchent de se dessécher.

Ce liquide est formé de :

Eau bouillante..................	1000 gr.
Bichromate de potasse..........	100 —

Après refroidissement, on ajoute 200 gr. d'acide sulfurique ordinaire, puis on laisse refroidir de nouveau et l'on ajoute 60 gr. de glycérine et 10 gr. de soude caustique. Ce liquide est introduit dans un vase d'ébonite, au fond duquel est fixée l'électrode de charbon; le zinc est suspendu au couvercle. Le zinc peut être soulevé quand la pile ne sert pas.

Cette pile a été notamment utilisée pour l'inflammation des torpilles et des fourneaux de mines. La même disposition a été appliquée à la pile Leclanché pour l'intercommunication des trains.

Pile Renault-Desvernay. — Le vase extérieur A est en charbon aggloméré (fig. 737). Le compartiment inférieur B est rempli d'un mélange de silice gélatineuse, d'acide chromique et d'acide sulfurique, qui forme le dépolarisant. Un disque en terre poreuse C supporte le zinc Z, qui est en forme de spirale, et plongé dans un mélange de silice et d'eau pure ou de chlorure de zinc.

Cette pile a une force électromotrice d'environ 2 volts; la grande surface des électrodes diminue sa résistance. Elle convient très bien aux usages domestiques. Le modèle représenté a 7 cm. de hauteur et actionne une sonnerie pour table de salle à manger. On peut la renverser sans danger, à cause de la consistance épaisse des mélanges intérieurs.

Pile Thiébault. — Ce modèle est une modification de la pile Leclanché : le chlorhydrate d'ammoniaque est mélangé avec du plâtre et gâché avec de l'eau; ce mélange est placé dans un vase de zinc qui sert à la fois d'enveloppe et de pôle négatif. Le charbon aggloméré est introduit au centre.

Pile Gassner. — Elle diffère de la précédente par la composition du mélange qui est formé de chlorhydrate d'ammoniaque, d'oxyde de zinc et de plâtre.

Pile Guérin. — Dans cette pile, le chlorhydrate d'ammoniaque est mélangé à chaud avec une algue nommée agar-agar. Le mélange se solidifie par refroidissement. La pile est légère, peu

coûteuse, et peut être renversée sans inconvénient. Pour s'en servir, il suffit d'ajouter avec une pipette environ une cuillerée d'une solution de sel ammoniac.

Pile P. Germain. — Le sel ammoniac est immobilisé par la substance improprement [...]lée cofferdam (Voy. ce mot). Les deux élect[...] (fig. 738) sont reliées à deux bornes ext[...]res; la pile est enfermée dans une boî[...] bois que ferme un couvercle maintenu p[...]



Fig. 737. — Pile sèche B. Renault-Desvernay.

vis; des ressorts appuient sur l'électrode supérieure. Cette pile est extrêmement transportable et peut prendre toutes les formes. Elle ne nécessite aucun entretien et paraît donner de très bons résultats.

Pile de Place. — Le capitaine de Place a [...]giné récemment une pile sèche renferman[...] substance absorbante noire, appelée *mél*[...] dont la composition est tenue secrète. [...] matière reste toujours humide, car elle [...]



Fig. 738. — Pile P. Germain.

dessèche même pas à l'étuve; elle évite les sels grimpants et maintient les zincs toujours parfaitement décapés.

Piles à gaz.

Ce sont des appareils qui produisent l'électricité au moyen de l'énergie fournie par la combinaison de deux gaz, généralement l'ox[...] et l'hydrogène.

Pile de Grove. — C'est un véritable volta[...] dont les électrodes sont en platine platin[...] éprouvettes étant pleines de gaz, la com[...]son se produit dès qu'on ferme le circ[...] l'on obtient un courant qui dure jusqu'à [...]

l'un des gaz au moins soit épuisé. Les gaz hydrogène et oxygène peuvent être recueillis par les procédés chimiques; ils peuvent s'obtenir aussi en se servant de la pile comme d'un voltamètre. Cette pile est donc le plus ancien des accumulateurs.

Pile de Kendall. — Cet appareil emprunte de l'oxygène à l'air ambiant. Il est formé de deux tubes de platine concentriques, fermés à la partie inférieure, et dont l'espace annulaire est rempli de verre en fusion. On fait passer dans le tube central un courant d'hydrogène, ou de gaz contenant de l'hydrogène. Celui-ci est absorbé, ainsi que l'oxygène extérieur, par le platine porté à une haute température. La force électromotrice est d'environ 0,7 volt.

Piles secondaires.

Voy. ACCUMULATEUR.

Piles thermo-électriques.

Ces appareils, fondés sur les phénomènes exposés à l'article THERMOÉLECTRICITÉ, transforment en électricité l'énergie calorifique.

Pile de Melloni et Nobili. — La figure 739 représente trois éléments de cette pile, qui sont formés chacun d'un barreau de bismuth soudé avec un barreau d'antimoine; l'antimoine est marqué en noir. Si l'on chauffe les soudures de deux en deux, par exemple 1, 3, 5, les courants produits dans ces trois soudures sont de même sens et s'ajoutent. Ces courants vont de B vers A à travers la pile; l'antimoine est donc le pôle positif. La force électromotrice est donc proportionnelle au nombre des couples, comme dans les piles hydro-électriques; elle est de plus, entre des limites assez étendues, proportionnelle à la différence de température des deux séries de soudures.

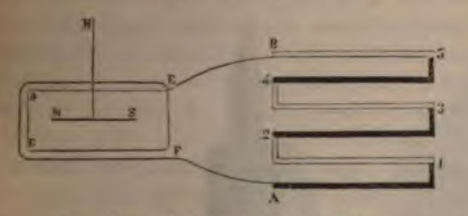


Fig. 739. — Principe de la pile de Melloni.

Les couples de la pile de Melloni sont ordinairement disposés en plusieurs rangées parallèles, formant un cube qui est entouré d'une substance isolante et protégé par un tube métallique O (fig. 740); les deux pôles sont reliés aux bornes *p* et *r*. Les soudures paires apparaissent d'un côté, les soudures impaires de l'autre; il suffit donc de chauffer l'une des faces pour produire un courant. Deux tubes métalliques *de* garantissent la pile des causes d'échauffement accidentelles.

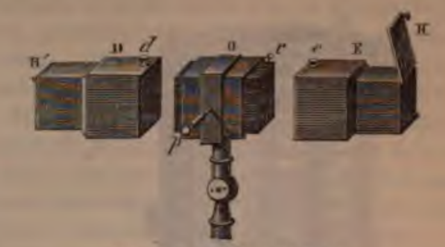


Fig. 740. — Pile de Melloni.

La pile de Melloni est extrêmement sensible. En l'associant avec un galvanomètre très peu résistant, il suffit d'ouvrir l'écran H et d'approcher la main pour faire dévier l'aiguille de 90°. A cause de cette propriété, elle est employée comme thermomètre différentiel dans l'étude de la chaleur rayonnante (Voy. THERMO-MULTIPLICATEUR). Un certain nombre de thermomètres électriques (Voy. ce mot) sont fondés sur le même principe. Mais cette pile ne peut être employée comme générateur d'électricité. Les piles qui suivent sont au contraire destinées à cet usage.

Pile Marcus. — Cette pile est composée de barreaux formés de 10 de cuivre, 6 de nickel et 6 de zinc, et de barreaux contenant 12 d'antimoine, 5 de zinc et 1 de bismuth. Les premiers sont positifs, les seconds négatifs.

Pile Becquerel. — Ce modèle est formé de cuivre ou de maillechort et de sulfure de cuivre artificiel.

Pile Clamond. — Les éléments sont formés de fer et d'un alliage zinc-antimoine (à équivalents égaux). 10 de ces éléments sont montés en série de manière à former une couronne circulaire : les soudures sont de deux en deux au centre, les autres à la périphérie. L'alliage forme de gros barreaux qui sont reliés par des lames de fer très minces, présentant une forte saillie à l'extérieur, de façon à offrir une grande surface de refroidissement. On superpose un certain nombre de ces couronnes, qui peuvent être réunies en tension ou en quantité (fig. 741). Suivant l'axe de l'appareil est un tuyau en terre réfractaire, percé de petits trous, qui amène du gaz d'éclairage et permet de chauffer énergiquement les soudures intérieures. 12 couronnes de 10 petits éléments donnent 8 volts et 3,2 ohms.

M. Clamond a construit un grand modèle destiné à l'éclairage électrique et comprenant 60 séries de 100 éléments, chauffées par un fourneau au coke. Ce modèle a 2,50 m. de hauteur et 1 mètre de diamètre. Il équivaut à 121 éléments Bunsen.

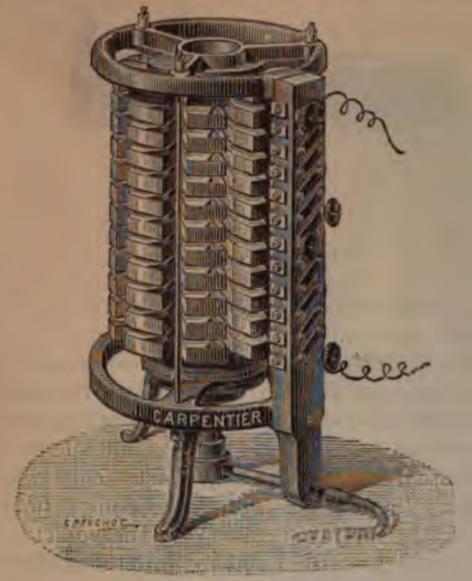


Fig. 741. — Pile Clamond.

Pile Chaudron. — Ce modèle diffère du précédent par quelques perfectionnements de détails, qui le rendent d'une constance absolue et peu sujet à se détériorer. La force électromotrice de chaque couple est 0,06 volt.

Pile Noé. — Cette pile (fig. 742) est formée de maillechort et d'un alliage à base d'antimoine. Cet alliage forme de gros barreaux, au nombre de 12 ou 20; quatre fils de maillechort sont soudés d'une part à l'extrémité centrale d'un barreau, d'autre part à l'extrémité périphérique du barreau voisin. Les éléments sont disposés en couronnes, les soudures de deux en deux au centre; mais ces soudures ne sont pas chauffées directement, elles sont placées chacune dans une calotte de laiton, à laquelle aboutissent les fils de maillechort et un cylindre de cuivre qui prolonge le barreau d'alliage et se termine par un cône placé au-dessus de la flamme. Les soudures extérieures sont fixées à des lames métalliques verticales qui forment une grande surface de refroidissement.

Pile Riatti. — Les deux pôles de cette pile sont formés d'une dissolution de sulfate de cuivre à des températures différentes. Un vase étroit, rempli de ce liquide, est traversé par deux tuyaux de cuivre horizontaux : le tuyau inférieur est parcouru par un courant d'eau froide, l'autre par un courant de vapeur d'eau

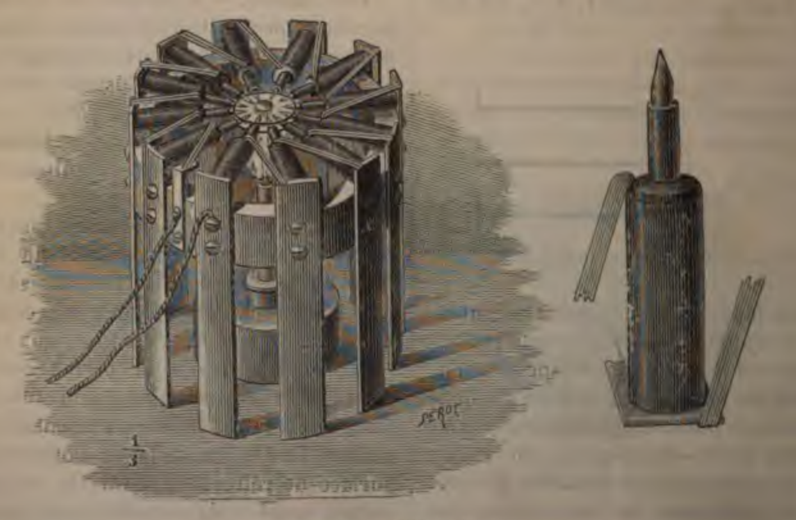


Fig. 742. — Pile de Noë.

surchauffée à 5 atmosphères. Cet appareil fonctionne comme une pile et fournit un courant sous l'influence duquel le cuivre de l'un des tuyaux se dissout, tandis qu'il se forme un dépôt du même métal sur l'autre. Cette pile est, dit-on, constante et d'un entretien très facile.

Avantages et inconvénients des piles thermo-électriques. — Ces piles, formées uniquement de pièces métalliques, ont une résistance très faible, et le courant qu'elles produisent est par-

constant. Malheureusement leur force
trice est très peu élevée, de sorte qu'il
urs employer un grand nombre d'élé-
plus, le courant qu'elles donnent
considérablement avec le temps ; cet
û sans doute à ce que les soudures
sous l'influence de la chaleur, et qu'il
de légères couches d'oxyde, d'où une
gmentation de résistance. La pile se
nsi peu à peu. A cause de ces inconvé-
s piles ne sont pas encore entrées
ratique ; elles ne servent guère que
ermomètres.

hoto-électriques ou **actino-électri-**
Plusieurs inventeurs, notamment
Siemens, Fritts et Hopkinson, ont
des piles au sélénium, fondées sur ce
ment de cette substance produit gé-
t un courant, lorsqu'il est frappé par
e. Ces piles n'ont reçu jusqu'à pré-
ne application ; M. Fritts a proposé
r la sienne comme photomètre.
de M. Borgmann est formée de deux
rgent recouvertes d'iode plongeant
leux branches d'un tube en U rempli
lfurique étendu. Lorsqu'on éclaire une
hes, il se produit un courant. Il est
ble que ce courant soit dû à une action

de M. Minchin est constituée par un
erre mince rempli d'alcool, renfer-
x lames métalliques, dont l'une seu-
recouverte d'une couche de substance
la lumière. Si l'on fait tomber la lu-
jour sur la plaque sensible, on ob-
force électromotrice d'environ un
. La sensibilité de la plaque diminue
et le courant finit par s'annuler. On
ppareil ses premières propriétés en
it de légères secousses.

Piles étalons.

esurer la force électromotrice d'une
compare ordinairement avec une pile
lectromotrice connue et parfaitement
. Un certain nombre de piles, desti-
et usage, sont appelées piles éta-

servi longtemps d'un élément Daniell
x deux sulfates, qui vaut 0,955 volt ;
reconnu que sa force électromotrice
r de 5 à 7 p. 100 sans cause appré-
qu'il subit très irrégulièrement l'ac-
température. Aussi emploie-t-on gé-
t l'élément Latimer-Clark, qui n'a pas
ces inconvénients. Nous décrirons d'abord quelques autres étalons.

Pile Ayrton et Perry. — Elle est formée de plaques, l'une de cuivre pur, et l'autre de zinc pur, plongeant dans une dissolution saturée de sulfate de zinc pur. D'après les auteurs, la force électromotrice serait exactement 1 volt.

Pile du Post-Office. — C'est un couple Daniell, monté de la manière suivante : cuivre dans une solution saturée de sulfate de cuivre ; zinc amalgamé dans une solution demi-saturée de sulfate de zinc. Force électromotrice : 1,07 volt.

Pile Reynier. — Cet élément est formé d'un crayon de zinc amalgamé plongé dans une solution saturée de chlorure de sodium avec une large électrode de cuivre. Force électro-motrice : 0,82 volt.

Pile Debrun. — Deux vases contenant, l'un un amalgame de zinc dans le sulfate de zinc saturé, l'autre un amalgame de cadmium dans le sulfate de cadmium saturé, sont réunis par un siphon capillaire ; deux électrodes de platine prennent le courant.

Pile Latimer-Clark. — Cet étalon est le plus employé aujourd'hui. Le pôle positif est formé par une couche de mercure, sur laquelle on verse une pâte épaisse formée de sulfate mercureux mélangé à l'ébullition avec une dissolution complètement saturée de sulfate de zinc. Le pôle négatif est formé par une plaque de zinc chimiquement pur, qui repose sur cette pâte. Le tout est placé dans un vase de verre qu'on bouche avec une couche épaisse de paraffine, et qu'on place dans un vase de métal bien fermé. Un thermomètre donne la température de l'élément. Cette pile ne doit jamais rester en circuit fermé. A 15°,5 la force électromotrice est 1,457 volt à 1/1000 près ; elle varie de 0,006 volt par degré.

Piles médicales.

Toutes les piles peuvent servir en médecine, pourvu cependant qu'elles satisfassent à certaines conditions. La première est évidemment d'être suffisamment constante : les piles de Daniell, de Callaud, de Marié-Davy, de Leclanché, les piles au bisulfate de mercure, au chlorure de zinc ou d'argent, et même au bichromate de potasse, peuvent donc servir. La pile de Bunsen doit être généralement proscrite à cause des vapeurs qu'elle répand et de l'ennui du montage. Les piles thermo-électriques seraient commodes, à cause de leur constance et de la suppression de tout entretien, mais nous ne croyons pas qu'il en existe encore actuellement de mo-

dèle satisfaisant. Enfin l'on pourra aussi faire usage d'accumulateurs, mais surtout dans le cas où l'on posséderait, par exemple dans un hôpital, une machine dynamo-électrique pour les charger.

Outre la constance, qui est évidemment une qualité indispensable, les piles médicales doivent être d'un entretien très simple et le plus souvent d'un transport facile.

On doit enfin chercher à se procurer une pile qui, sous le plus faible volume et le plus petit poids possible, puisse satisfaire à toutes les exigences des applications médicales.

Pour ces raisons, on emploie surtout en médecine les piles au sulfate de cuivre, au bichromate de potasse ou de soude, au sulfate de mercure, aux chlorures d'ammonium, de zinc, d'argent.

Piles au sulfate de cuivre. — Les piles de Daniell, de Callaud, etc., conviennent bien aux usages médicaux par leur parfaite constance, mais elles sont peu employées à cause de leur force électromotrice peu élevée, de leur détérioration rapide en circuit ouvert et de la difficulté de les transporter.

Nous signalerons cependant le modèle de M. Chardin, dans lequel le dépôt de cuivre qui se forme ordinairement dans l'épaisseur même du vase poreux est évité par un artifice ingénieux dû à Boulay. Le zinc est placé au centre et entouré de fleur de soufre fortement tassée, maintenue par un vase poreux en papier à filtrer très épais. La lame de cuivre entoure exactement le vase poreux, et l'on verse tout autour des cristaux de sulfate de cuivre, puis de l'eau. Le dépôt de cuivre se forme dans le soufre, qui le transforme en sulfure et l'empêche de se porter sur le zinc. La pile ne s'use donc pas à circuit ouvert et peut rester montée pendant deux ans. Chaque couple est bouché hermétiquement.

Nous signalerons encore la pile Callaud, modifiée par M. Trouvé, et la pile humide de M. Trouvé, décrite plus haut, qui est très facile à transporter, mais très résistante.

Piles au bichromate. — Il n'existe qu'un petit nombre de piles médicales au bichromate.

Pile Chardin à renversement. — Cette pile est destinée à alimenter une bobine d'induction. Elle est formée d'un vase de porcelaine (fig. 743) séparé en deux compartiments A et B par une cloison percée de trous. Au repos, le liquide occupe le compartiment B et ne touche pas les électrodes zinc et charbon, qui sont suspendues à droite dans le compartiment supérieur. Il suffit de poser le vase sur le côté FG pour mettre la pile en marche. Une cloison C forme un petit compartiment muni de deux orifices



Fig. 743. — Pile Chardin à renversement.

l'un E, fermé par un bouchon de caoutchouc, sert à introduire le liquide; l'autre D est destiné à laisser échapper les gaz.

Le modèle précédent, qui présente des difficultés pour la fermeture et pour le remplacement du zinc, est remplacé généralement par le suivant (fig. 744), formé d'un vase divisé en



Fig. 744. — Pile Chardin.

deux compartiments étanches; l'un D contient le charbon C et le liquide excitateur. Le zinc Z est plongé dans ce compartiment seulement quand la pile est en service; au repos, il est placé dans le compartiment vide A, et l'on ferme hermétiquement l'orifice avec un bouchon de caoutchouc.

Pile hermétique Trouvé. — M. Trouvé emploie, pour alimenter ses bobines médicales, ainsi que pour les bijoux lumineux, etc., une petite pile à renversement, contenant du bichromate ou du sulfate de mercure, et que le liquide remplit seulement à moitié. Le zinc et le charbon, qui lui est concentrique, sont suspendus au couvercle (fig. 745). Tant que la pile reste verticale, le liquide ne baigne pas le zinc, et le courant ne passe pas; il suffit de la renverser pour la mettre en marche. L'enveloppe en ébonite ferme hermétiquement.

Trouvé pour galvanocaustique. — Les piles hromate sont plutôt employées comme nts à grand débit pour illuminer la lampe ppareil médical ou porter au rouge le fil tine d'un cautère galvanique.

ile à treuil décrite plus haut peut servir à cet usage. Le modèle de M. Trouvé (fig. 746) est commode et peu embarrassant. Le liquide est contenu dans des auges plates en ébonite; les plaques de zinc et de charbon sont suspendues à un treuil qui permet de les plonger dans le liquide ou de les en retirer instantanément.



Fig. 745. — Pile à renversement (Trouvé).

nt faire varier la résistance et la surface ée en enfonçant plus ou moins les lames, permet de régler le débit. En les descen- peu à peu, on peut obtenir un courant nt pendant plusieurs heures. Cette pile pable de donner pendant ce temps des effets énergiques : elle convient bien à la production de la lumière. L'arrêt X empêche les éléments de sortir du vase.

M. Trouvé construit un autre modèle (fig. 747), qui donne des effets très énergiques et qui est facile à transporter. Les éléments sont encadrés

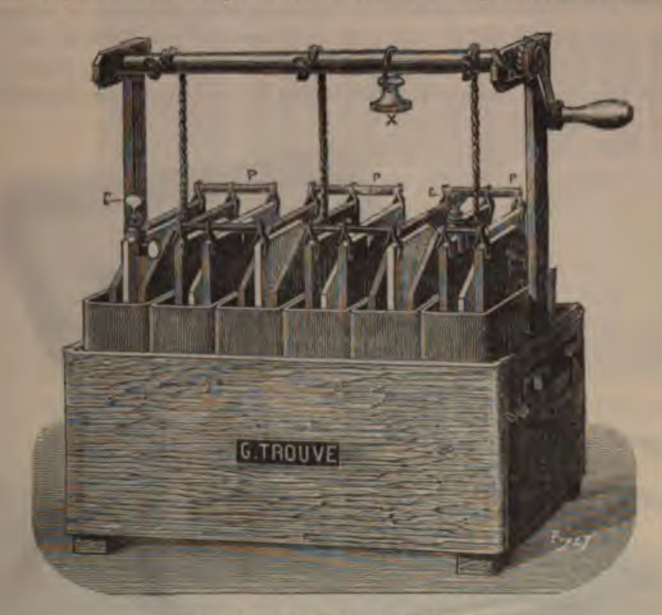


Fig. 746. — Pile à treuil de Trouvé.

ois plaques d'ébonite reliées par une poi- Les plaques zinc et charbon sont main- écartées par des jarretières de caout- et les éléments sont assemblés par des s mobiles. On immerge le tout ensemble ne cuvette de caoutchouc remplie de . Un tube de caoutchouc permet d'insuf- l'air pour activer la dépolarisation.

Pile Chardin pour galvanocaustique. — Dans ce modèle, une tablette de bois soutient les éléments F et porte les accessoires nécessaires : collecteur, ampèremètre, etc. Il y a de chaque côté trois zincs et quatre charbons; les plaques de même espèce sont réunies en quantité. Pour se servir de la pile, on fait monter la tablette de bois à l'aide de la roue centrale D (fig. 748),

qui commande une vis placée dans la colonne

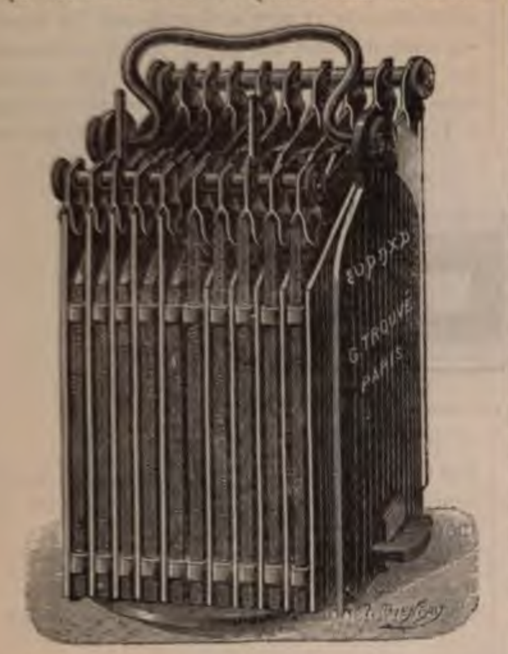


Fig. 747. — Batterie portative à grande surface (Trouvé).

médiane taraudée. Les deux cylindres H servent de guides. On soulève ainsi les éléments, et l'on introduit au-dessous les auges d'ébonite L, à moitié remplies du liquide. On manœuvre ensuite la vis D en sens contraire, de façon à faire plonger les éléments de la quantité voulue. Quand on ne se sert plus de la pile, on soulève de nouveau les éléments, et l'on permute les auges d'ébonite L et M ; les premières se trouvent fermées hermétiquement par les plaques de caoutchouc I, quand on redescend la tablette ; les autres reçoivent les gouttes de liquide qui tombent des éléments. La boîte ne peut se fermer tant que la pile est en fonction ; on est ainsi assuré de ne pas abandonner les éléments dans le liquide. Cette pile est souvent remplacée par la pile Boisseau du Rocher.

Pile Aubry pour galvanocaustique thermique. — Cette pile (fig. 749) est formée de deux auges remplies de bichromate de potasse. Les éléments, réunis en quantité, peuvent être immergés plus ou moins complètement.

Pile Boisseau du Rocher. — Le principe de cette pile est représenté par la figure 750. Au repos, le liquide est dans le compartiment B, et les éléments (non figurés) sont suspendus dans le compartiment C. On fait monter le liquide par le tube central en insufflant de l'air par la

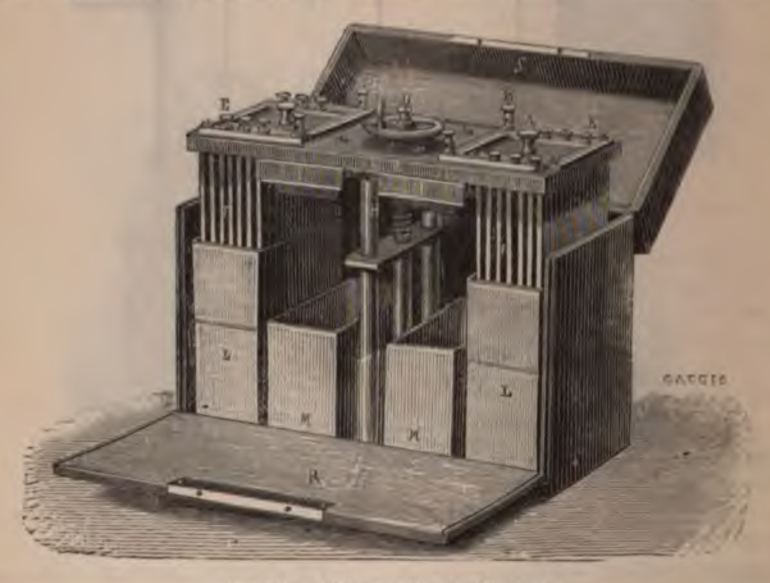


Fig. 748. — Pile à grand débit (Chardin).

poire L ; on ferme ensuite le robinet M. Quand tout le liquide est monté, on peut continuer à insuffler de l'air pour dépolariser. Quand on emploie plusieurs éléments, les tubes de caoutchouc sont reliés à une même poire, pour obtenir une répartition uniforme de l'air. A cet effet, le Dr Boisseau du Rocher a fixé devant les auges un réservoir à air, portant des amorces en nombre égal aux auges, et reliées à celles-ci par des tubes en caoutchouc. L'appareil à insuf-

on et le robinet de vidange sont eux-
nes fixés sur ce réservoir de répartition de

les au sulfate de mercure. — Ces piles sont
s qui conviennent le mieux pour l'applica-
des courants continus, parce que leur cons-

tance et leur force électromotrice assez élevée permettent de diminuer un peu le nombre des éléments nécessaires.

Pile Trouvé. — Le modèle de M. Trouvé (fig. 751) comprend 20, 30 ou 40 éléments au sulfate acide de mercure, placés dans une boîte

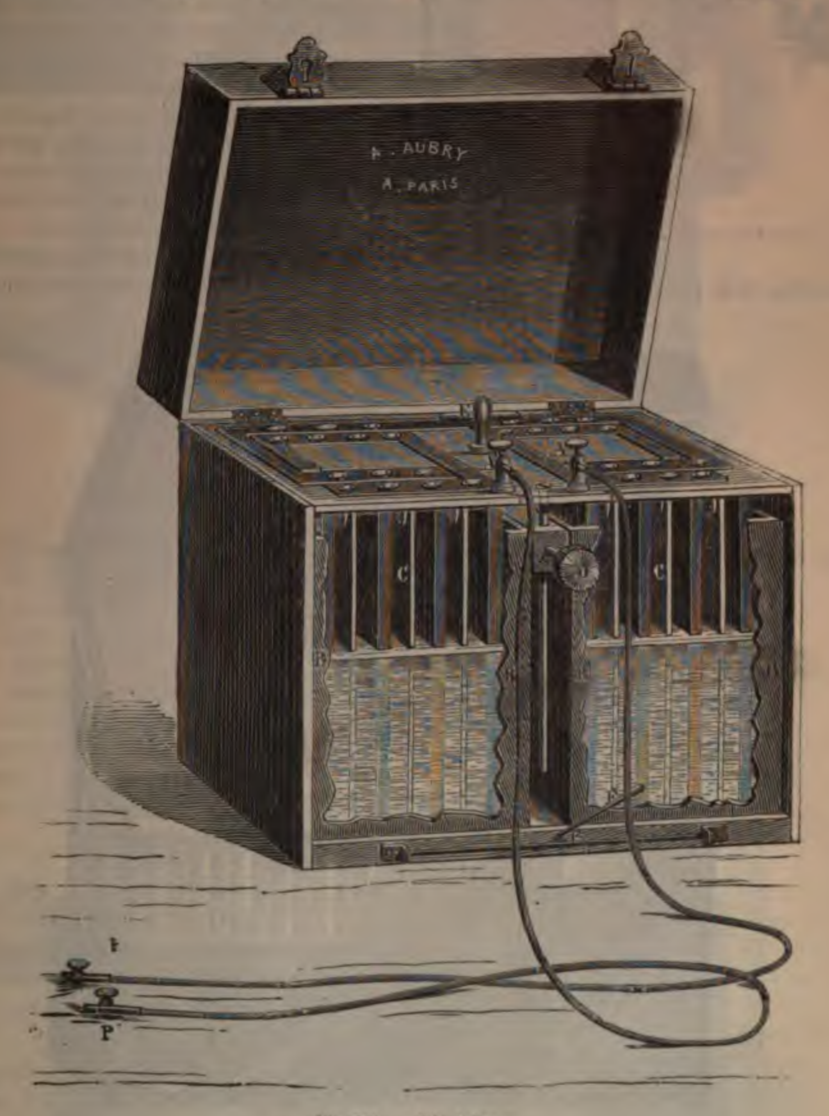


Fig. 749. — Pile Aubry.

portative. Les électrodes sont formées de
crayons, dont deux de charbon taillés dans
loc, et un en zinc. La caisse à comparti-
ts qui renferme le liquide peut être soule-
plus ou moins pour faire varier le débit. La
chette supérieure porte un collecteur qui
et de prendre, sans interruption et sans

secousses, un nombre quelconque d'éléments, un ampèremètre gradué de 0 à 350 milliampères, un inverseur de courant, etc. L'ampèremètre porte, aux deux bouts de l'aiguille, deux graduations, l'une en milliampères, l'autre en degrés. Cette double graduation permet de faire l'étalonnage avec plus de précision.

Pile Chardin. — La batterie au bisulfate de

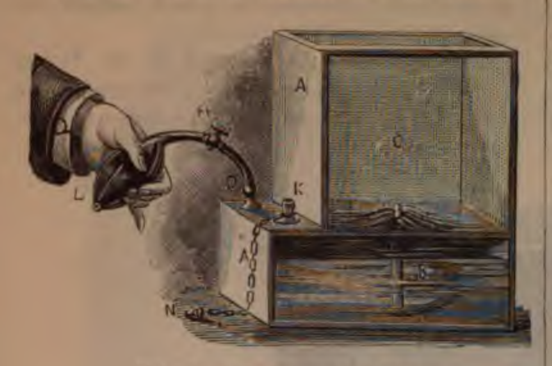


Fig. 750. — Pile Boisseau du Rocher.

mercure (fig. 752) peut suffire parfaitement à la plupart des usages médicaux. Elle est d'éléments zinc-charbon, dont l'un est senté à part, et qui contiennent chac flotteur de liège L. Quand la pile est au les éléments sont soulevés, et les flotteu montant à la surface du liquide, ferm vases d'une façon suffisante pour qu'on transporter l'appareil sans renverser le fate. Lorsqu'on abaisse les éléments pour vir de la pile, ils poussent les flotteurs, q foncent et font remonter le liquide à la supérieure des vases. La boîte qui renfe batterie ne peut d'ailleurs se fermer que a mis d'abord les piles au repos : on est l'abri des suites d'une négligence.

Pile Gaiffe. — Les appareils portatifs d tion de M. Gaiffe sont actionnés par deux

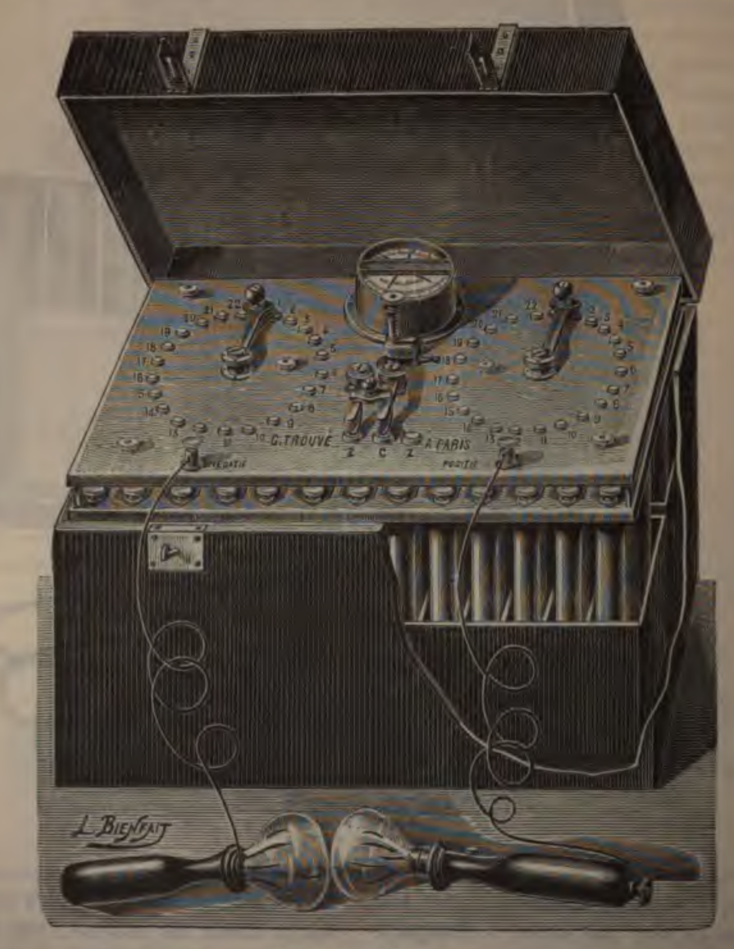


Fig. 751. — Pile Trouvé.

éléments au sulfate mercurique (fig. 753). Les charbons CC' sont fixés au fond de la double cuvette d'ébonite. Un peu d'eau et une de sulfate, qu'on puise avec une petite

un flacon joint à l'appareil, forment la ge nécessaire. Les zincs ZZ' sont maintenus e petite distance des charbons : les communications sont établies par des ressorts. Ces petits couples peuvent servir vingt à trente minutes (Voy. BOBINES MÉDICALES).

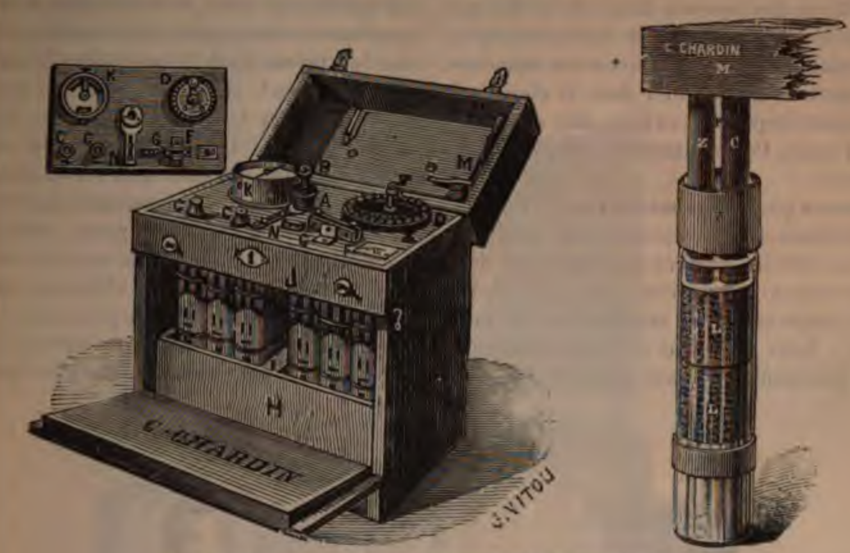


Fig. 752. — Batterie au bisulfate de mercure à flotteurs (Chardin).

s aux chlorures d'ammonium, de zinc, nt. — La pile Leclanché et ses diverses ications peuvent servir aux usages médisi l'on ne se propose qu'un emploi intert. Nous signalerons la pile de Gaiffe, dans le le chlorhydrate d'ammoniaque est acé par du chlorure de zinc, qui est délint et par suite empêche la formation des rimpants. Le charbon a la forme d'un re creux C (fig. 754), que l'on remplit de



753. — Petite pile au sulfate de mercure (Gaiffe).

s alternatives de peroxyde de manganèse charbon. Un crayon de zinc Z complète ment.

aiffe construit aussi des batteries portau chlorure d'argent. Elles sont formées ples analogues à ceux de la pile Warren Rue, décrite plus haut, mais le liquide eur est formé de chlorure de zinc. Le nalgamé Z et la lame d'argent, entourée rure d'argent fondu Y enfermé dans un toile, sont fixés au couvercle GH d'un étui d'ébonite ST contenant le liquide, qui est

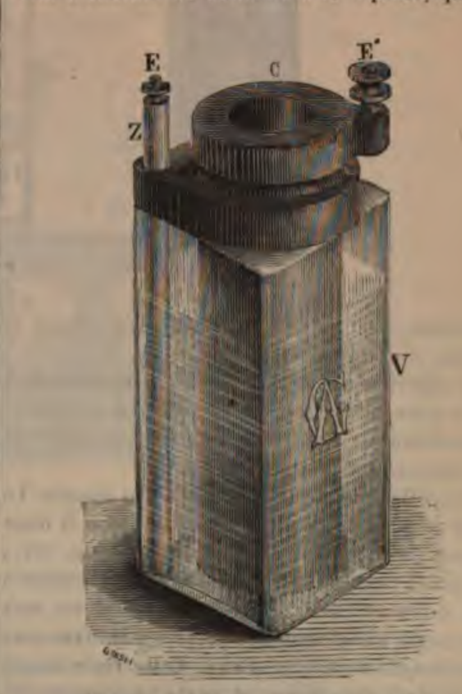


Fig. 754. — Pile au chlorure de zinc (Gaiffe).

libre ou maintenu dans les pores d'un coussin de papier buvard (fig. 755).

La figure 756 montre une batterie formée de 36 de ces couples, répartis dans six casiers ou tiroirs superposés; les pôles de chaque couple s'appuient sur des ressorts disposés sur les parois opposées des tiroirs, et qui établissent automatiquement les communications. Les manettes MM' permettent d'intercaler dans le circuit un nombre quelconque de couples, afin de mieux répartir l'usure. Un galvanomètre est placé dans le couvercle.

Collecteurs pour piles médicales. — Les batteries destinées aux usages médicaux sont munies d'un certain nombre d'accessoires dont quelques-uns ont été décrits à leur place alphabétique (ampèremètres, renverseurs de courant, etc.). Nous parlerons ici des collecteurs.

Il est indispensable, dans l'emploi des courants continus, d'éviter d'interrompre faire passer brusquement le courant, ou de faire varier trop rapidement son inte on produirait ainsi une variation brus potentiel accompagnée de sensations dés bles ou même douloureuses pour le mal

D'autre part, il est indispensable de p faire varier à volonté la grandeur des obtenus. Deux dispositions peuvent êtr ployées : l'une consiste à se servir toujo tous les éléments et à intercaler dans le une résistance variable pour produir changements d'intensité; la seconde con faire varier le nombre des éléments emp

Dans le premier cas, on peut placer d circuit un rhéostat solide ou liquide, ce l'avantage d'user tous les couples égale

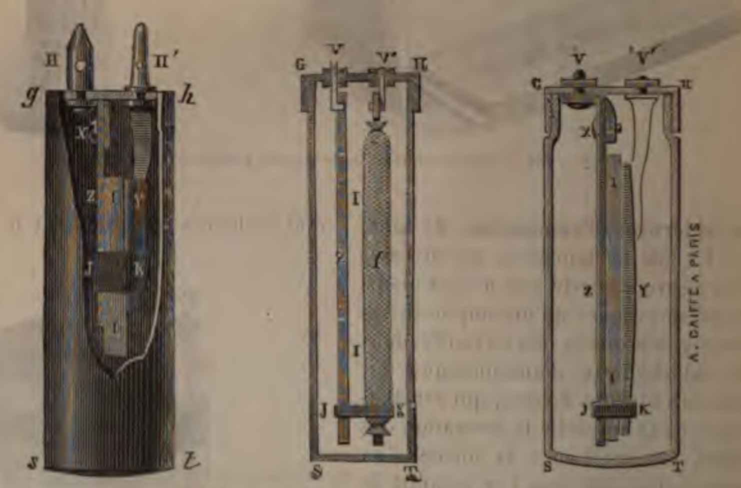


Fig. 755. — Couple au chlorure d'argent (Gaiffe).

L'emploi des collecteurs est plus simple et moins embarrassant.

L'expérience a montré qu'une variation de 2 ou 3 volts se fait à peine sentir : on peut donc introduire les éléments ou les supprimer soit un par un, soit deux par deux.

Le collecteur de M. Gaiffe est très simple. Le pôle négatif de la pile est fixé au trou N dans lequel on place l'un des rhéophores (fig. 757); les pôles positifs sont reliés de deux en deux à des boutons isolés, derrière lesquels on voit une règle métallique qui porte les chiffres correspondant à chacun d'eux. Cette règle reçoit le second rhéophore et porte un curseur C, qu'on fait glisser jusqu'au chiffre indiquant le nombre d'éléments qu'on veut employer. L'extrémité de ce curseur qui frotte sur les boutons isolés est élargie, de sorte qu'elle peut en toucher deux à la fois : grâce à cette disposit courant n'est jamais interrompu quand o glisser le curseur.

L'appareil précédent a le défaut de user également tous les couples : ce son jours les mêmes qu'on prend d'abord qua ne veut qu'une faible intensité; ils s'usent plus vite et doivent être remplacés ava autres. Aussi n'emploie-t-on cette disp qu'avec un petit nombre d'éléments.

Le collecteur suivant n'a pas le même d La figure 758 montre son principe et sa d position Un certain nombre d'éléments, par exemple, sont disposés en tension de que le pôle positif est en P et le pôle n en N. Une double rangée de boutons m ques, 12, 11, 10..., 0, reliés deux à deux fils conducteurs, communiquent en

premiers avec les douze pôles positifs, le r avec le pôle négatif N.

x ressorts A et B mobiles sur les rainures , communiquent avec les rhéophores. a position figurée, on utilise 9 — 3, c'est-6 éléments à partir du quatrième ; le pôle positif de ces éléments est en A et le pôle négatif en B. Si l'on amenait le ressort A sur le bouton 3 et B sur le bouton 9, les mêmes éléments seraient employés, mais le courant changerait de sens, B devenant le pôle positif et A le pôle négatif. On voit que le nombre des cou-

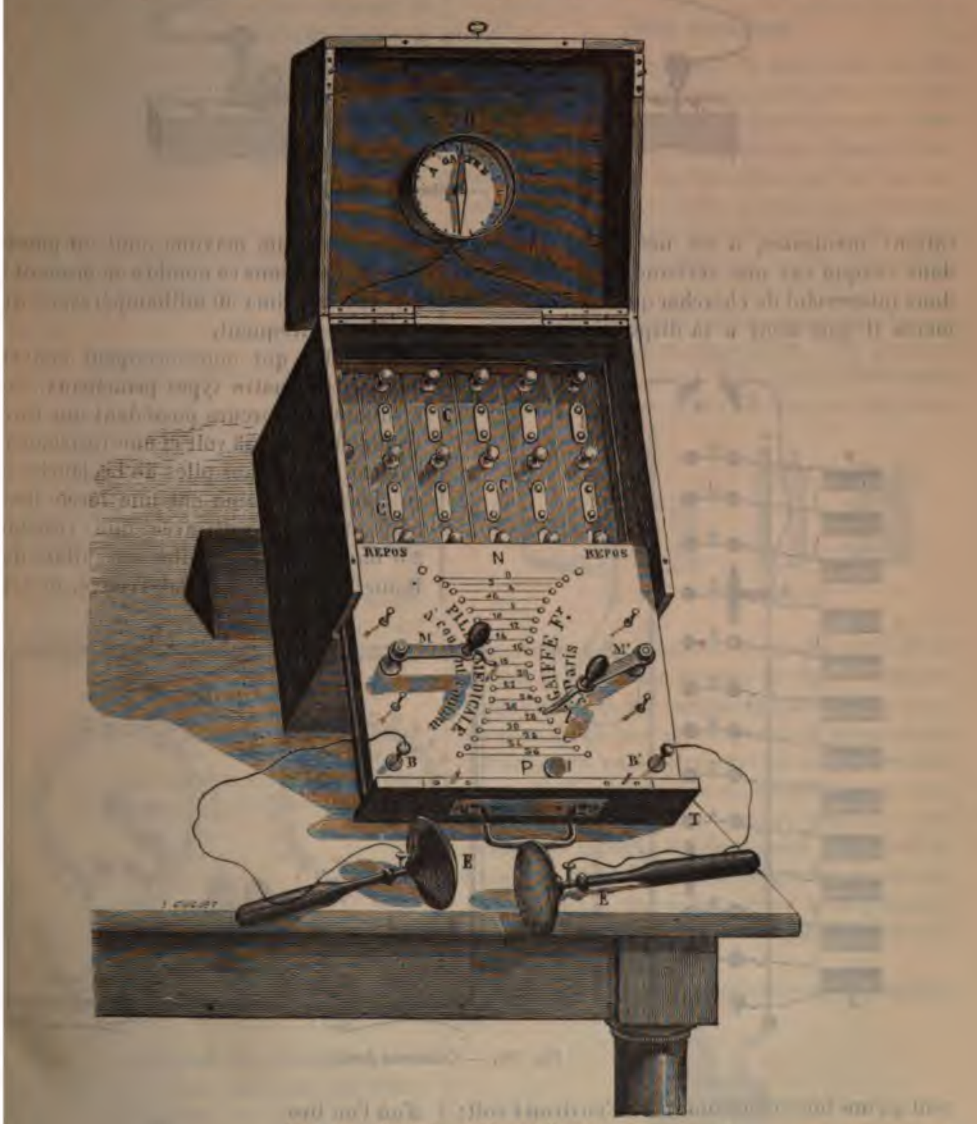


Fig. 756. — Batterie au chlorure d'argent.

ilisés est toujours égal à la différence iffres sur lesquels on place les deux ressur la figure, le pôle positif corresu chiffre le plus fort. On dispose ordient les deux séries de boutons sur deux : les ressorts A et B sont remplacés par nettes M et M', mobiles autour de leurs centres et élargies à l'extrémité, afin qu'on puisse passer d'un bouton au suivant sans interruption. Les bornes RR' représentent les deux pôles. On peut avec cet appareil prendre successivement tous les couples, et par suite les user régulièrement. En I et C se trouvent un interrupteur et un commutateur. Un galvano-

mètre, non figuré, mesure l'intensité en ampères. Enfin, si l'appareil fonctionne mal, il est toujours facile de trouver quel est le couple en mauvais état : pour cela on ferme le circuit en plaçant en RR' les deux bouts d'un même rh phore et l'on prend sucessivement et sépa ment chacun des éléments.

Emploi des piles médicales. — Dans les ap cations médicales, il est nécessaire d'obtenir dans chaque cas une certaine intensité. Il est donc intéressant de chercher quel nombre d'éléments il faut avoir à sa disposition pour produire l'intensité maxima dont on puisse a besoin. Calculons ce nombre en prenant com intensité maxima 30 milliampères, ce qui es cas le plus fréquent.

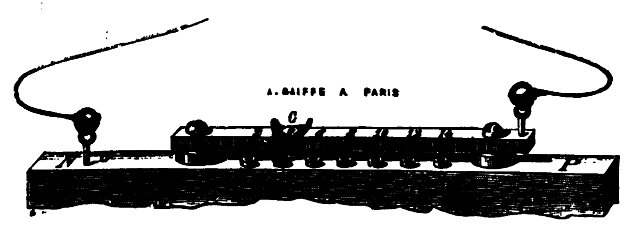
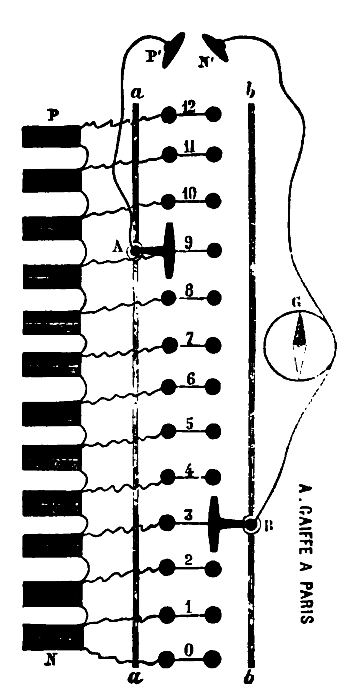


Fig. 757. — Collecteur simple.

Les piles qui nous occupent peuvent divisées en quatre types principaux. Celles bisulfate de mercure possèdent une force é tromotrice de 1,35 volt et une résistance fai environ 1 ohm. Les piles de Leclanché et ce au chlorure de zinc ont une force électro trice de 1,33 volt avec une résistance 2-6 ohms. Enfin les piles au sulfate de cu Daniell, Callaud, Callaud-Trouvé, ne représ tent qu'une force électromotrice d'environ 1 volt : leur résistance, qui varie de 6 à 15 ohms dans les modèles ordinaires, atteint 100 et 150 ohms dans certains dispositifs, comme la pile à rondelles de papier de Trouvé.



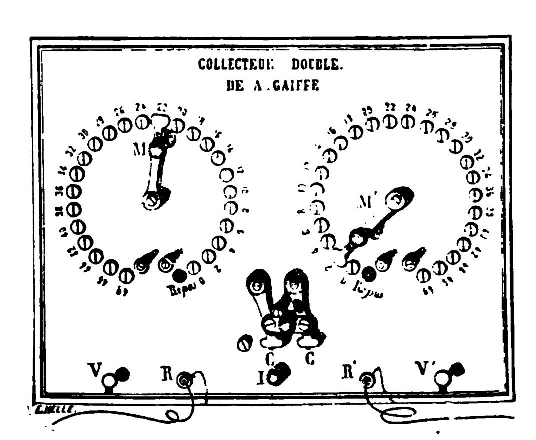


Fig. 758. — Collecteur double.

Examinons successivement les résultats que peuvent donner ces différents types. L'intensité est donnée par la formule

$$I = \frac{nE}{R + nr},$$

d'où l'on tire

$$n = \frac{IR}{E - Ir}.$$

Prenons d'abord le premier groupe don résistance r est 1 et la force électromotrice Pour avoir une intensité de 0,030, avec un cuit extérieur de résistance 2 000 ohms, il dra prendre

$$n = \frac{0,03 \times 2000}{1,5 - 0,03} = 40,8.$$

ıdra donc 41 éléments de ce modèle.
le second type, prenons E = 1,35 et la
ıce la plus grande, 6 ohms.

$$n = \frac{0{,}03 \times 2000}{1{,}35 - 0{,}03 \times 6} = 51{,}2.$$

ıdrait donc 52 couples pour obtenir la
ıtensité; on trouverait seulement 47 pour
ièles les moins résistants ($r = 2$ ohms).
rons maintenant les piles au sulfate de
Faisons E = 1 et $r = 15$, ce qui donne

$$n = \frac{0{,}03 \times 2000}{1 - 0{,}03 \times 15} = 109{,}09.$$

t donc 110 de ces éléments.
si nous considérons les piles du même
ı très forte résistance ($r = 150$ ohms),
rons

$$n = \frac{0{,}03 \times 2000}{1 - 0{,}03 \times 150} = \frac{60}{1 - 4{,}50}.$$

ıit donc que dans ce cas le problème est
e, puisque le dénominateur de la frac-
négatif, ce qui veut dire que, quel que
ombre de ces éléments employés, on ne
jamais obtenir une intensité de 30 mil-
es.
vérifier ce résultat, cherchons quelle
é maximum on peut avoir en associant
on un nombre quelconque d'éléments.

$$I = \frac{nE}{R + nr}.$$

ıe E et r sont fixes, la condition la plus
e est évidemment d'avoir R = 0, ce qui

$$I = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r}.$$

le cas que nous étudions, cette équation

$$I = \frac{1}{150} = 0{,}0066.$$

dans les conditions les plus favorables,
lire avec un circuit extérieur de résis-
ulle ou négligeable, ces piles ne pour-
ırnir, quel que soit le nombre des élé-
associés *en tension*, qu'une intensité
ım de 60 milliampères.
édecin doit donc choisir de préférence
e *à faible résistance*. Avec les piles au
e de mercure, 40 éléments environ suf-
ıux besoins ordinaires, tandis qu'avec
u second groupe il en faudra environ 50,
vec celles au sulfate de cuivre les moins
résistantes. Enfin, les piles très résistantes, loin d'être avantageuses, comme on l'a prétendu quelquefois, doivent être rejetées, car elles sont insuffisantes dans la plupart des cas et ne peuvent servir que pour des intensités extrêmement faibles.

Piles militaires.

L'art militaire fait usage de piles pour la *mise de feu* des mines, forages, puits, etc., la télégraphie, la téléphonie, etc. La plupart des piles décrites plus haut (piles Bunsen, Daniell, Callaud, Leclanché, de Lalande, pile au bichromate, etc.) peuvent servir à ces usages. Nous signalerons cependant quelques modèles disposés plus spécialement pour les applications militaires.

Une seule pile est réglementaire en France pour le service des explosions; elle porte le nom de *pile des parcs*. Un cylindre d'ébonite (fig. 759) est rempli jusqu'au tiers par 120 grammes d'eau dans laquelle on ajoute, à l'aide de petites mesures, 3 grammes de chlorochromate et 10 grammes de sulfate de potasse. Un plongeur en gutta-percha est percé de quatre trous cylindriques parallèles, revêtus intérieurement d'une feuille de zinc, et contenant quatre cylindres de charbon; ces quatre éléments sont assemblés en série et aboutissent à des bornes, fixées sur le plongeur, et auxquelles on attache les extrémités du circuit. Pour faire passer le courant, il suffit d'enfoncer le plongeur dans le vase d'ébonite.



Fig. 759. — Pile des parcs.

La télégraphie et la téléphonie militaires font usage de piles hermétiques et facilement transportables.



Fig. 760. — Pile hermétique Leclanché pour télégraphie militaire.

La figure 760 représente un modèle hermétique de pile Leclanché, destiné spécialement à cette application, et dont l'intérieur ne présente du reste aucune modification.

La pile humide de Trouvé, décrite plus haut, peut servir au même usage. Le modèle destiné à la télégraphie militaire (fig. 761) est formé de



Fig. 761. — Pile humide Trouvé pour télégraphie militaire.

trois boites en ébonite superposées, renfermant chacune trois couples. Une courroie rend le transport facile.

En Italie, la téléphonie militaire emploie la pile Trouvé à renversement (fig. 745).

La télégraphie militaire espagnole se sert depuis peu de temps d'une pile imaginée par MM. Siemens frères, de Londres, et qui a remplacé la pile Siemens et Halske, de Berlin. Elle dérive du système Marié-Davy. Des jarretières de caoutchouc maintiennent ensemble une plaque

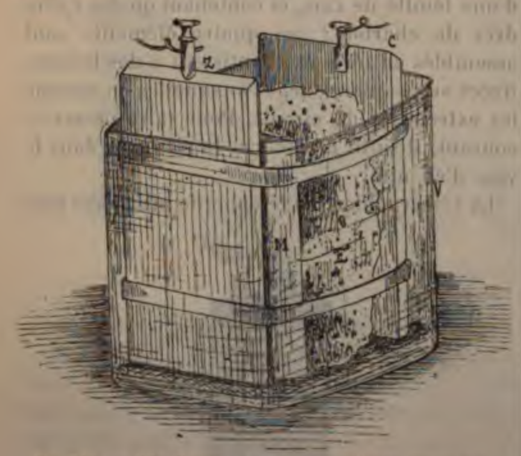


Fig. 762. — Pile Siemens (télégraphie militaire espagnole).

de charbon C, une plaque de zinc Z, une ép humide E et une masse M formée de s mercureux aggloméré par pression. Un solide en ébonite V reçoit le tout (fig. 12 éléments ne pèsent pas plus de 3 kilog mes. Cette pile est donc légère, peu emba sante, assez énergique et ne renferme p liquide libre.

Accouplement des piles. — Voy. Cou

Effets des piles. — Voy. Effets et Éle lyse.

Pile secondaire. — Voy. Accumulateur.

Pile locale. — Pile placée au point con et dont le courant doit traverser, au mo voulu, un circuit de petite longueur et ment local. En télégraphie, ce circuit com un relais ou tout autre appareil auxiliair

PINCE EXPLORATRICE. — Voy. Ex teur.

PINCE GALVANO-CAUSTIQUE. — Sy Anse galvanique.

PINCE THERMO-ÉLECTRIQUE. — So thermomètre électrique (voy. ce mot) for deux éléments thermo-électriques mon série. Le corps chaud est placé en contac les deux soudures. Cette disposition a ét ployée notamment par Wiedemann et pour étudier la conductibilité calorifiqu solides.

PISTOLET MAGNÉTIQUE. — Apparei vant à vérifier les lois des aimants tubu et imaginé par du Moncel. C'est un él aimant dont le noyau est un cylindre dans l'intérieur duquel on place, près extrémité, un bouchon de fer pouvant librement. Lorsqu'on fait passer le coura bouchon prend la même aimantation pôle voisin, et la répulsion de celui-ci l jette à plusieurs mètres.

PISTOLET DE VOLTA. — Petit vase m



Fig. 763. — Pistolet de Volta.

que D traversé en un point par une tige de isolée A qui se termine intérieurement à tite distance de la paroi opposée. On r

pareil d'un mélange détonant d'oxygène
drogène ou même de gaz d'éclairage et
l'on fait passer une étincelle en appro-
a tige isolée d'une machine électrostati-
vase lui-même étant relié au sol. Le
e détone et le bouchon est projeté
3).

N D'ÉPREUVE. — Petit appareil imaginé ulomb pour étudier la distribution de icité à la surface d'un conducteur en re. Le plan d'épreuve est formé d'un très isque conducteur fixé à l'extrémité d'un erre verni à la gomme laque et terminé fil de gomme laque, pour mieux isoler ue.

ppuyant ce disque sur la surface du con- r étudié, il se substitue à l'élément de qu'il recouvre, et prend la charge de ment. On pourra donc connaître cette en enlevant le plan d'épreuve bien nor- ent et le portant, en guise de boule ns la balance de torsion, dont la boule recevra une charge constante. On déter- a torsion nécessaire pour maintenir la mobile à une distance donnée. Si l'on cette opération en touchant avec le plan ve différents points de la surface, les s observées sont proportionnelles aux de ces points. Le cylindre de Faraday ne méthode plus simple et plus com-

NTE ÉLECTRIQUE. — Un journal de Ma- ontient la description suivante d'une électrique qui aurait été découverte dans

e distance de 6 mètres, l'aiguille aiman- impressionnée; elle est entièrement affo- n l'approche près de la plante. L'énergie e singulière influence varie avec l'heure . Toute-puissante à 2 heures après midi, absolument nulle pendant la nuit. Dans ps d'orage, son intensité augmente dans narquable proportion. Quand il pleut, la semble succomber et incline la tête sans même si elle est protégée contre la pluie. moment, on ne ressent aucun choc en ses feuilles et en outre l'aiguille ai- demeure immobile. Personne n'a vu ni d'insecte se poser sur la plante élec- un instinct semble les avertir qu'ils aient là une mort certaine.

UE DE GARDE. — Syn. d'ANNEAU DE

UE DE TERRE. — Plaque métallique nine un fil de terre et s'enfonce dans un terrain humide pour établir la communication avec le sol.

PLATEAU ÉLECTRIQUE. — Plateau de verre ou de résine qu'on électrise par frottement.

PLATINAGE. — Opération ayant pour but de recouvrir un objet métallique d'un dépôt de platine par l'électrochimie. Roseleur fait dissoudre à chaud 10 grammes de platine laminé ou mieux de mousse de platine dans un mélange de 150 grammes d'acide chlorhydrique et de 100 grammes d'acide azotique à 40°. Quand la dissolution est assez épaisse, on laisse refroidir, on ajoute 500 grammes d'eau distillée et on filtre. On dissout d'autre part 100 grammes de phosphate d'ammoniaque dans 500 grammes d'eau. On mélange : il se forme un précipité abondant de phosphate ammoniaco-platinique, et la liqueur est orangée. On ajoute peu à peu, en agitant, 500 grammes de phosphate de soude dissous dans un litre d'eau. On fait bouillir jusqu'à ce que la solution devienne acide et incolore. Ce bain doit être employé chaud, avec un courant assez énergique. On l'entretient au degré convenable par l'addition du précipité de phosphate ammoniaco-platinique.

M. W. H. Wahl, de Philadelphie, a proposé récemment l'emploi de bains alcalins, formés de

Hydrate de platine.......	12,48 grammes
Potasse caustique........	50 grammes.
Eau distillée.............	1 000 —

On dissout la moitié de la potasse dans 250 grammes d'eau, on ajoute l'hydrate de platine en agitant, puis on dissout le reste de la potasse dans une égale quantité d'eau et l'on mélange. Si l'on veut un dépôt épais, on ajoute quelques goutttes d'acide acétique. L'anode peut être en platine ou en charbon. La température ne doit pas dépasser 40°. On emploie une force électromotrice de 2 volts et le dépôt se fait rapidement.

Le même auteur emploie aussi des bains à l'acide oxalique et à l'acide phosphorique ; ces derniers contiennent :

Acide phosphorique sirupeux (D = 1,7).	50 gr.
Hydrate de platine	12 à 15
Eau distillée..........................	1 000

On étend l'acide d'un peu d'eau et l'on dissout l'hydrate à l'ébullition, en remplaçant l'eau qui s'évapore, puis on réduit à 1 litre. Ce bain s'emploie à chaud ou à froid, avec un courant un peu plus fort que le précédent.

Le platinage s'est beaucoup développé dans ces dernières années. Le dépôt de platine, mat

et d'un gris perlé, est très dur et doit être bruni en frottant fortement avec des brosses en fer. Pour avoir un dépôt très mince, on brunit la pièce avant de la mettre dans le bain; il suffit ensuite de frotter le dépôt à la peau et au rouge d'Angleterre.

PLATINOIDE. — Alliage imaginé par M. Martino, de Sheffield, et formé de maillechort mélangé avec 1 à 2 p. 100 de tungstène. Les constructeurs anglais l'ont substitué au maillechort dans la construction des bobines de résistance, parce que sa résistance varie encore moins avec la température. Sa résistance spécifi est 1,5 fois celle du maillechort, laquelle 21,7 microhms. La variation par degré c grade est 0,000208 microhm, d'après M. tomley, tandis qu'elle est 0,00044 pour le r lechort.

PLATYMÈTRE. — Condensateur double i giné par sir W. Thomson et formé d'un c dre *cc* autour duquel sont disposés deux neaux *p* et *p'*, de même longueur et de m rayon, concentriques au cylindre, et parf ment isolés (fig. 764). Ces deux anneaux

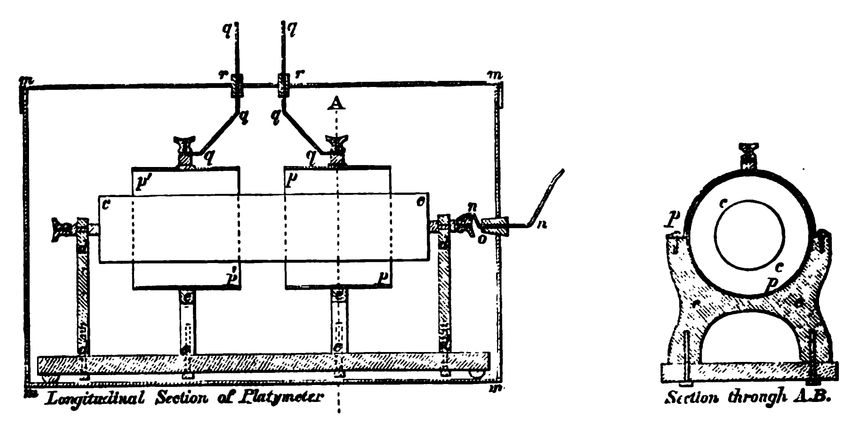


Fig. 764. — Platymètre (coupe longitudinale et transversale).

assez éloignés pour ne pas s'influencer réciproquement. Le cylindre *cc* communique avec un électromètre.

Le platymètre sert à mesurer les capacités. Si l'on porte l'un des anneaux *p* à un potentiel V et qu'on le mette en communication avec l'anneau *p'*, le potentiel devient $\frac{V}{2}$ par le partage des charges, et le potentiel du cylindre reste nul. On relie alors les deux anneaux *pp'* aux deux capacités que l'on veut comparer. Si le potentiel du cylindre *cc* reste encore nul, ces deux capacités sont égales.

Si les anneaux *pp'* n'avaient pas la même capacité, tout se passerait encore de même, mais, dans la seconde expérience, les capacités comparées, au lieu d'être égales, seraient dans le même rapport que celles des anneaux.

PLOMB DE SURETÉ. — On donne ce nom à des dispositions semblables à celles du coupe-circuit: un fil ou une lame fusible de plomb ou d'étain interposé sur un conducteur pour éviter les accidents provenant d'une augmentation anormale de l'intensité.

PLOT. — Le plot ou *goutte de suif* est une petite pièce métallique, en forme de ca sphérique très aplatie, sur laquelle vient puyer la manette de certains commuta ou interrupteurs pour établir les contacts fig. 167). On donne encore le nom de plot bandes métalliques disposées sur les boît résistances et sur certains commutate fiches.

PLUIE DE FEU. — Expérience imaginé du Moncel. Deux plaques de verre para sont recouvertes extérieurement de fe d'étain communiquant avec les deux d'une bobine d'induction. On observe ent lames de verre une véritable pluie de feu.

PLUME ÉLECTRIQUE. — Plusieurs i teurs ont imaginé des dispositions perme de reproduire les dessins ou l'écriture en çant le papier d'une foule de petits trous.

M. Martin de Brettes pose le dessin, imp de cyanure jaune, sur une feuille de cuiv communication avec le pôle positif bobine de Ruhmkorff, et promène à la m un fil de platine en communication avec l pôle; les étincelles perçent le p vant le dessin. Ce procédé a été

reproduction des dessins sur les étoffes à broder.

M. Bellet remplace le fil de platine par un crayon à la mine de plomb, de sorte que le



Fig. 765. — Plume électrique Edison.

dessin est perforé pendant qu'on le trace.

La plume électrique d'Edison consiste en un petit moteur mû par une pile et fixé au sommet d'un tube terminé en pointe, qui présente les dimensions d'un porte-plume ordinaire (fig. 765). Le moteur commande un arbre qui tourne sur lui-même et communique, à l'aide d'une came triangulaire, un mouvement de va-et-vient très rapide à une aiguille placée dans l'intérieur du tube. L'aiguille se trouve ainsi projetée hors du tube 9 000 à 10 000 fois par minute. Si on promène la plume sur une feuille de papier reposant sur du papier buvard, on peut écrire aussi vite qu'avec une plume ordinaire; mais les caractères sont formés d'une série de petits trous extrêmement rapprochés. Le patron ainsi obtenu est tendu sur un châssis et l'on passe sur sa surface un rouleau imprégné d'encre. L'encre traverse les trous et imprime les caractères sur une feuille blanche placée au-dessous. Un seul patron peut donner 2 000 copies à raison de 300 à 400 par heure. On peut faire deux patrons à la fois, en écrivant sur deux feuilles superposées.

PLUVIOGRAPHE OU PLUVIOMÈTRE ENREGISTREUR. — Appareil inscrivant la hauteur d'eau tombée. Le modèle représenté figure 766 renferme à gauche le cylindre destiné à recevoir l'eau de pluie, qui est relié, comme d'ordinaire, à un entonnoir de même diamètre disposé au haut de l'édifice. Le tracé des abscisses et des ordonnées se fait sur l'appareil même. Pour cela, on dispose d'abord la feuille de papier sur le cylindre de droite, et on la divise en abscisses et ordonnées au moyen du crayon porté par les glissières divisées placées à sa gauche. Toutes les semaines, on substitue

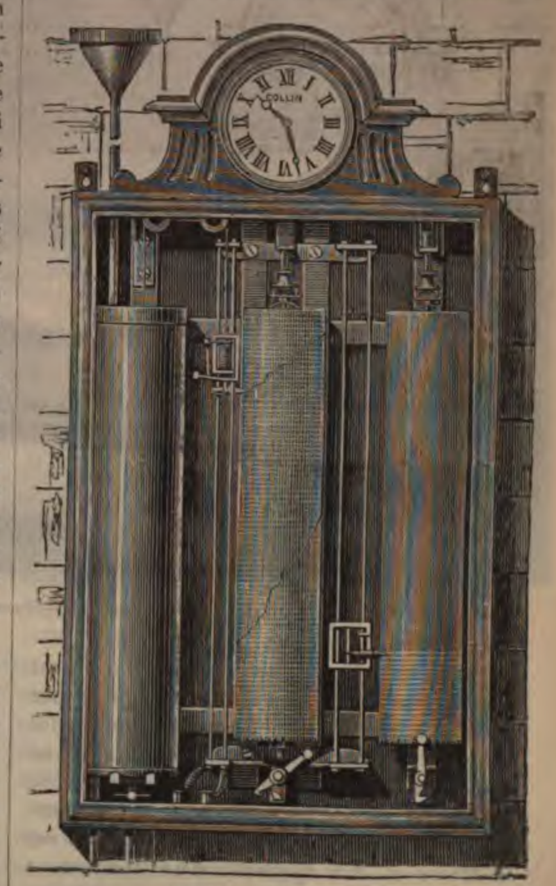


Fig. 766. — Pluviographe.

le cylindre ainsi divisé à celui du milieu, pour qu'il serve à l'enregistrement. Il est alors mû

par l'horloge, qui lui fait faire un tour en vingt-quatre heures. L'enregistrement est fait par un crayon suspendu à un fil qui passe sur deux poulies et soutient un flotteur placé dans le cylindre de gauche. Le porte-crayon est muni d'un électro-aimant, disposé en trembleur électrique, et qui permet d'enregistrer en même temps un autre phénomène météorologique. Le tracé interrompu et pointillé donne aux endroits de la courbe où il se produit les diverses indications dont on a besoin. Nous avons décrit à l'article Enregistreur des dispositions qui s'appliquent à ces appareils.

POINT CONSÉQUENT. — Pôle suppléi taire d'un aimant, non situé à l'une des e mités. (Voy. Aimant et Aimantation.)

POINT D'ÉLECTION OU POINT MOTEU Point où il convient d'appliquer une élec pour exciter un muscle ou un nerf.

Duchenne (de Boulogne), puis Ziemsse montré que, pour les muscles, les points teurs se trouvent à l'entrée du princip meau moteur dans le muscle.

POINT NEUTRE. — Voy. Ligne neutre.

POINTES (Pouvoir des). — Si un cond électrisé est muni d'une pointe, la densit

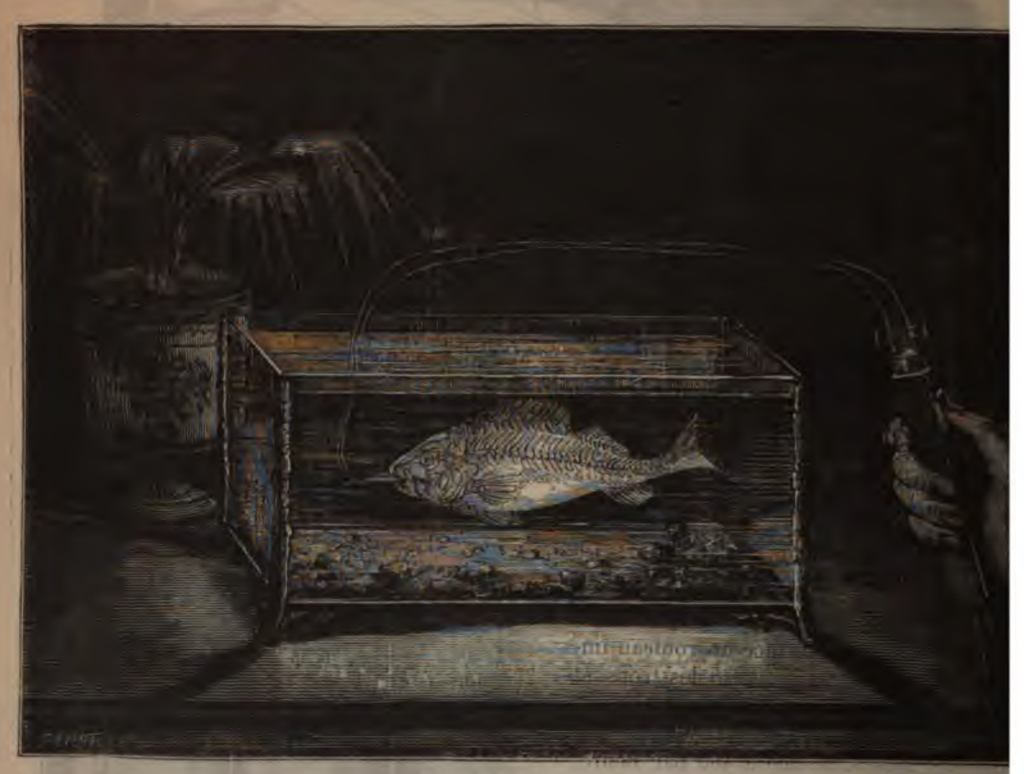


Fig. 767. — Poisson lumineux.

à devenir infinie sur cette pointe; il en est de même de la pression électrostatique, et par suite l'électricité passe du conducteur sur les masses d'air qui l'entourent. L'équilibre ne peut exister tant que la pointe n'est pas ramenée à l'état neutre. Un conducteur muni d'une pointe se décharge donc rapidement. Il en est de même si l'on approche d'un conducteur électrisé une pointe reliée au sol, qui se charge par influence et par suite envoie sur le corps de l'électricité contraire à celle qu'il possède.

Cette propriété des pointes explique la condensation des fumées par l'électricit poussières ou les fumées électrisées au c d'une des pointes sont attirées par l'autr précipitent sur elle. (Voy. Condensation d mées.)

POINTEUR ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE Appareil imaginé par M. Noël pour étud durée physiologique des réflexes tend pour les membres supérieurs et pelviens.

POISSON ÉLECTRIQUE. — Poisson d'un appareil électrique capable de donn secousses. (Voy. Electrogène.)

N LUMINEUX. — Expérience imagi-
M. Trouvé. On fait avaler à un brochet
ou à un autre poisson une petite
incandescence, fixée au bout de deux
urs suffisamment solides. La lampe
ientôt dans l'estomac de l'animal :
fait passer le courant, la lumière
e rend le corps du poisson d'une tran-
suffisante pour permettre d'apercevoir
rt des organes.

ISATION DES BOBINES DE RÉSIS-
— Phénomène découvert par M. Men-
en 1887, et qui consiste en ce que ces
prolongent pendant quelques instants
nt de la source après que l'action de
cessé.

ISATION DES DIÉLECTRIQUES. —
puis Faraday ont montré qu'on peut
le rôle des milieux diélectriques en
liquant une hypothèse imaginée par
pour le magnétisme. Sir W. Thomson
ppé cette théorie, d'après laquelle un
que, primitivement à l'état neutre, placé
champ électrique, subit une polarisa-
logue à celle qu'éprouve un corps ma-
sous l'action d'un champ magnétique,
lément prenant à sa surface une charge
dans la région par laquelle pénètre le
t dans l'autre une charge positive égale
nière. Les masses électriques intérieu-
utralisent de proche en proche, et l'hy-
précédente revient à admettre que le
que s'électrise seulement à la surface,
ment en tous les points par lesquels
le champ, positivement en tous les au-
deux charges étant égales.
remarquer que cette couche de pola-
apparaît et disparaît instantanément.
doit pas être confondue avec l'électri-
ui pénètre peu à peu dans l'intérieur
ctrique, lorsque l'influence du champ
pendant un temps appréciable.

ISATION DES ÉLECTRODES OU DES
— On donne ce nom au dépôt d'hydro-
se forme sur les électrodes. Dans la
Volta et les piles analogues à un seul
la polarisation affaiblit rapidement le
d'abord intense; c'est ce qui a fait
ner ces modèles de piles.
en quoi consiste la polarisation. L'eau
contenue dans chaque couple attaque
en donnant du sulfate de zinc et de
ène. L'hydrogène, qui suit le sens du
se rend au pôle *positif*, mais il ne se
qu'en partie, et il en reste sur la lame de cuivre une certaine quantité qui la recouvre d'une sorte de gaine. Ce dépôt d'hydrogène, qui est beaucoup moins conducteur que le liquide, forme évidemment un obstacle au passage du courant et augmente ce qu'on appelle la *résistance* du couple. En outre, et c'est là un inconvénient encore plus grave, l'hydrogène ainsi déposé tend à s'oxyder de nouveau et à reformer de l'eau acidulée : de là résulte une nouvelle force électromotrice qui agit en sens contraire de la première et par conséquent la diminue; on l'appelle *force électromotrice de polarisation*, et l'on dit que les électrodes se polarisent quand l'hydrogène s'accumule ainsi sur le pôle positif.

POLARISATION DE LA LUMIÈRE (ROTATION MAGNÉTIQUE DU PLAN DE). — Voy. POUVOIR ROTATOIRE MAGNÉTIQUE.

POLARISATION DES TISSUS. — On a pensé que les tissus du corps humain se polarisent à la manière des électrodes pendant la galvanisation. Ce fait n'est pas prouvé.

POLARITÉ MAGNÉTIQUE ET DIAMAGNÉTIQUE. — Voy. MAGNÉTIQUE (CORPS).

POLE D'UN AIMANT. — Point d'un aimant (Voy. ce mot) qui attire le plus fortement la limaille de fer.

POLE D'UNE PILE. — On donne ce nom aux deux extrémités d'une pile.

Le *pôle négatif* correspond au métal attaqué (généralement le zinc), le *pôle positif* au corps non attaqué. Le pôle positif est encore celui qui a le potentiel le plus élevé. (Voy. PILE.)

Chercheur ou indicateur de pôle. — Voy. INDICATEUR.

POLE MAGNÉTIQUE TERRESTRE. — On donne ce nom aux points du globe pour lesquels l'inclinaison est de 90°. Le pôle boréal est au nord de l'Amérique, par 70° 10' de latitude nord et 100° 40' de longitude ouest. Le pôle austral est au sud de la Nouvelle-Hollande par 75° de latitude sud et 136° de longitude est.

POLYGRAPHE. — Enregistreur destiné aux phénomènes physiologiques et dans lequel le tracé est produit par l'action d'un courant sur un papier imprégné d'iodure de potassium et d'amidon. Le polygraphe a été imaginé par M. Ragosine.

POLYPHOTE (LAMPE). — Régulateur pouvant être monté avec plusieurs autres dans un même circuit. (Voy. LAMPE.)

POLYRHÉOLYSEUR. — Rhéolyseur à plusieurs branches destiné à envoyer des dérivations dans plusieurs circuits.

POLYSCOPE. — Appareil imaginé par

M. Trouvé et destiné à l'éclairage des cavités intérieures. Un manche isolant, muni d'un interrupteur, reçoit de petites lampes à incandescence, ayant des réflecteurs émaillés de orme variable (fig. 768), qui concentrent la

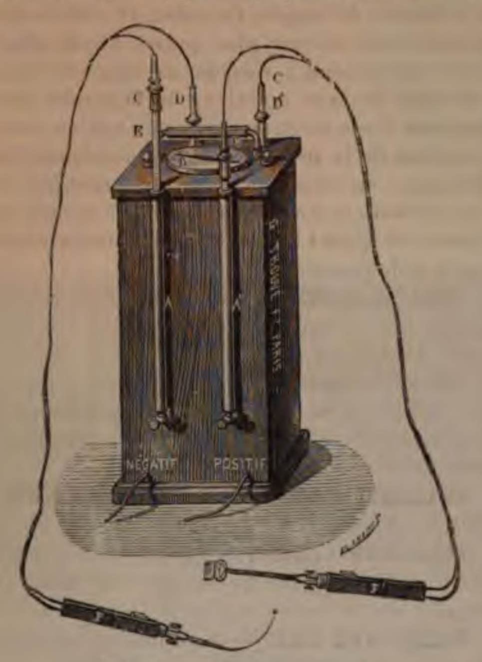


Fig. 768. — Polyscope de Trouvé.

lumière dans la direction voulue et empêchent l'échauffement des parties voisines. Pour les cavités profondes, la lampe est renfermée dans une sonde creuse munie d'un prisme à réflexion totale et d'un système optique qui fournit à l'observateur une image légèrement agrandie. La lampe est placée quelquefois dans un réservoir en verre plein d'eau, pour empêcher l'échauffement.

Ces lampes sont alimentées par un petit accumulateur en plomb, genre Planté, qu'on charge à l'aide de deux éléments Bunsen ou de quatre éléments Callaud. Un petit galvanomètre reçoit en sens contraire le courant de la pile et celui de l'accumulateur, ce qui permet de suivre la marche de la charge. L'accumulateur est muni d'un rhéostat très simple (Voy. Rhéostat). Pour éviter de brûler les filaments des lampes, on donne d'abord au rhéostat la résistance maximum, puis on la diminue peu à peu jusqu'à ce que la lampe ait atteint l'éclat voulu.

POMPE ÉLECTRIQUE. — La Compagnie de la pompe électrique de Hall, à Plainfield (N.-J.) a étudié une pompe munie d'un moteur électrique, et destinée à maintenir constamment pleins des réservoirs placés près des toits pour s à éteindre les incendies, la pression de dans les conduites étant trop faible pou usage. Un flotteur placé dans les réser ouvre le circuit qui contient le moteur, lo ceux-ci se vident, et l'interrompt lorsque a repris le niveau voulu. L'appareil est automatique et pourrait être appliqué ment dans beaucoup d'usines qui possèden installations de lumière électrique ne f tionnant que le soir.

POMPE VOLTAIQUE. — Expérience fait G. Planté avec la décharge d'une forte bat secondaire ou d'une machine rhéostatique.

Le fil négatif plongeant dans l'eau salé introduit le fil positif dans un tube capill en laissant toutefois un intervalle libre d' ron un demi-centimètre à son extrémité; a tôt qu'on plonge le tube dans l'eau, on vo liquide s'élever très rapidement à une hau de 25 à 30 centimètres et retomber en n sillonnée de traits brillants et de jets de peur (fig. 769). L'ascension est si rapide,



Fig. 769. — Pompe voltaïque.

gré la résistance opposée par l'exiguïté du nal, qu'on aperçoit une gouttelette lumin à l'extrémité supérieure du tube, aussitôt q partie inférieure touche le liquide.

PONT DIFFÉRENTIEL. — On donne parfois ce nom à l'appareil décrit plus haut sous le nom d'AUDIOMÈTRE.

PONT D'INDUCTION. — Disposition appliquée par M. Hughes à la mesure de la self-induction, et composée d'un pont de Wheatstone et d'une balance d'induction. Le pont sert à mesurer la résistance du fil et la balance à mesurer la self-induction en l'annulant par des courants induits de sens contraire.

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE. — Les ponts roulants sont une application récente des appareils de levage. Ceux de petite dimension sont généralement mus à la main au moyen d'engrenages, les plus grands par une machine à vapeur placée sur le pont et servant aussi à élever les fardeaux.

Le Palais des machines, à l'Exposition de 1889, contenait deux ponts roulants électriques, qui s'appuyaient sur les quatre files de poutres de transmission, et qui, après avoir servi à l'installation des machines, furent employés à transporter les visiteurs d'un bout de la galerie à l'autre.

Le premier de ces appareils, construit par MM. Bon et Lustremant, reçoit le courant d'une dynamo Gramme, actionnée par une machine à vapeur Westinghouse à grande vitesse, de vingt-cinq chevaux. Ces machines étaient placées en dehors du Palais, et deux câbles, portés par des crochets isolateurs, amenaient le courant à la dynamo réceptrice, placée sur le pont. Celle-ci transmet le mouvement aux divers organes par *friction plate*. Ces organes sont disposés pour produire le levage du fardeau, son déplacement transversal par un chariot porte-crochet mobile, enfin son déplacement longitudinal par le mouvement total du pont sur les rails. Le poids total était d'environ 22 tonnes, et le pont pouvait recevoir 90 à 100 personnes.

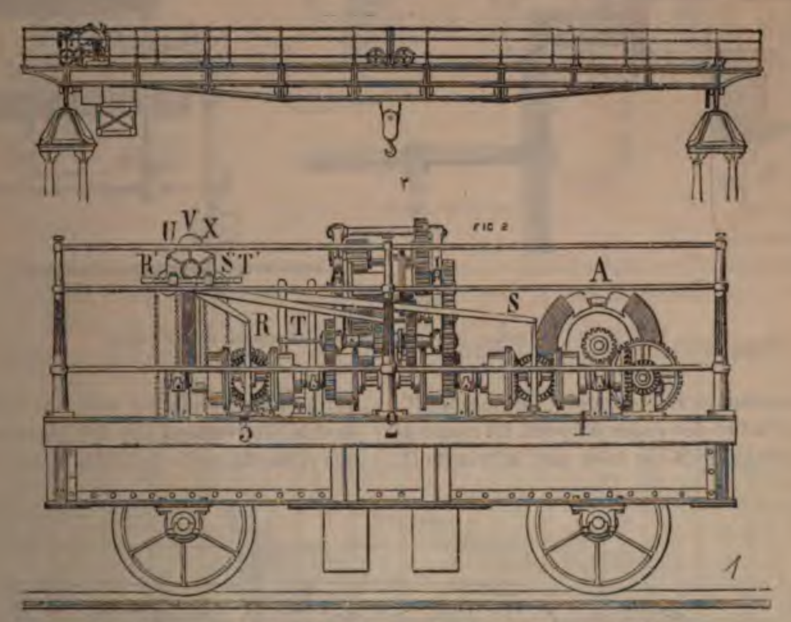


Fig. 770. — Pont roulant Mégy, Echeverria et Bazan (élévation par bout).

L'autre pont, établi par MM. Mégy, Echeverria et Bazan, était mû par une dynamo réceptrice A du système Miot (fig. 770), recevant le mouvement d'une génératrice installée dans un bâtiment voisin. Cette dynamo transmet le mouvement à un arbre général de transmission B, en diminuant la vitesse par l'intermédiaire d'une série d'engrenages. Cet arbre porte trois groupes d'appareils de manœuvre (fig. 771), sur lesquels nous n'avons pas à insister ici, et dont les organes principaux sont des embrayages Mégy, représentés en détail (fig. 772).

Le système 1 sert à transmettre le mouvement de l'arbre B à l'appareil de déplacement transversal de la charge perpendiculairement à la grande voie de déplacement du pont. Le système 2 sert à lever et abaisser la charge, et donne par suite le mouvement à un treuil muni d'un régulateur système Mégy. Enfin le système 3 déplace le pont tout entier sur sa voie.

Le mouvement est communiqué à l'arbre I, sur lequel est calé un embrayage M à dents, qui actionne une des roues N ou O, et produ suite une vitesse de translation différent

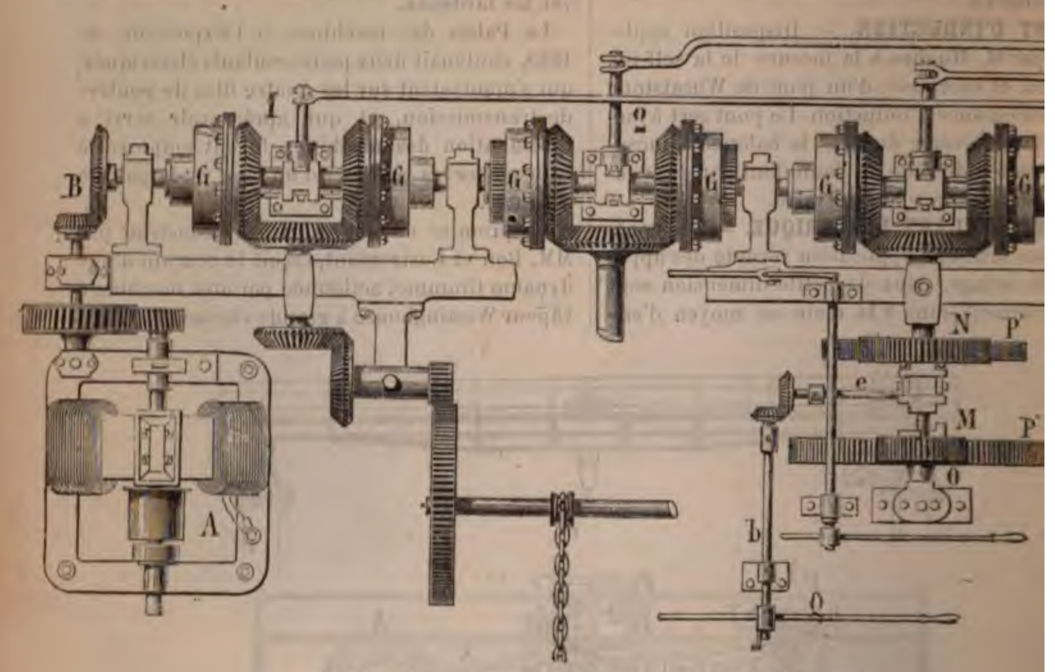


Fig. 771. — Pont roulant (ensemble des trois mouvements d'embrayage).

roues commandant soit la roue P, soit la roue P', calées sur l'arbre des roues du pont. La manœuvre de l'embrayage M est faite par la tringle Q, qui actionne un levier calé sur l'axe *b* nant le mouvement par des pignons d'a tige *c*, sur laquelle est calé le levier act

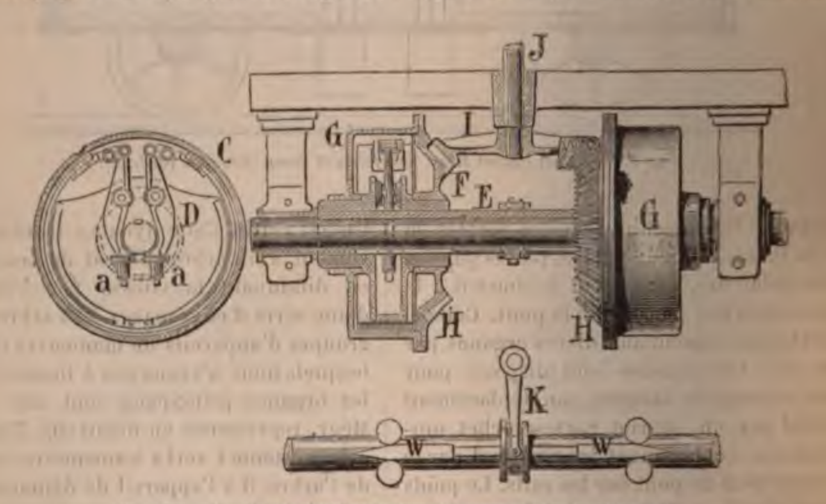


Fig. 772. — Pont roulant (détail de l'un des mouvements d'embrayage).

l'embrayage M. Sur la figure 771, le levier R actionne le système 1, le levier T le système 2, et S le système 3.

La figure 773 montre la disposition ingénieuse par laquelle tous les mouvements peuven commandés facilement d'un seul endroit sur le pont, ou du sol à l'aide de chaînes dant jusqu'à terre. Les leviers RST se term

par des crémaillères R'S'T' engrenant avec des pignons *rst* calés sur des arbres dont les deux premiers sont creux; l'arbre du pignon *t*, qui seul est plein, se trouve contenu dans celui de *s*, qui est à son tour enfermé dans celui de *r*. Sur chacun de ces arbres est calée une des

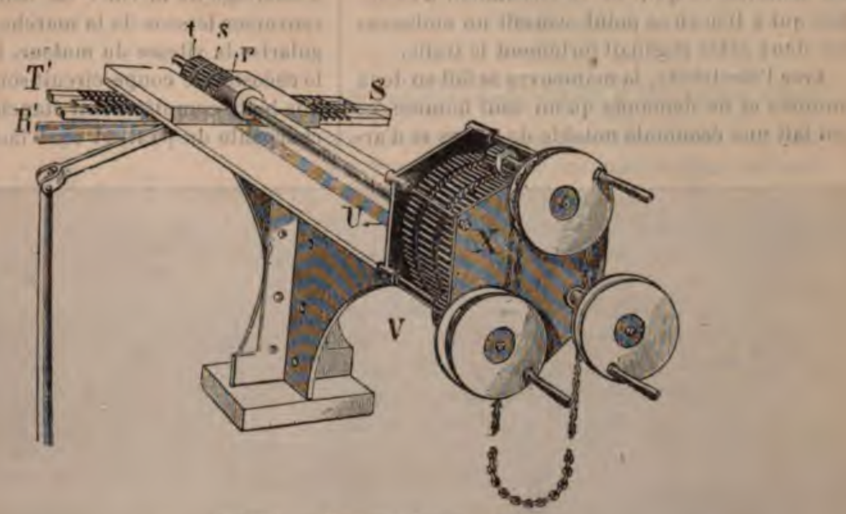


Fig. 773. — Manœuvre du pont.

oues U, V, X, avec lesquelles engrènent les pignons sur les axes desquels sont calés des volants *u*, *v*, *x*, munis de gorges sur lesquelles peuvent passer des chaînes. Chacun de ces volants commande donc un des mouvements, et la direction de tout l'appareil se trouve centralisée en un seul point.

PONT TOURNANT ÉLECTRIQUE. — Application de la transmission de l'énergie à la manœuvre des ponts tournants. Le moteur Thomson-Houston a été récemment utilisé pour plusieurs installations de ce genre, notamment à Bridgeport, Conn., par la *New England Electric Supply C°* (fig. 774 et 775). Ce pont, qui a 180 pieds

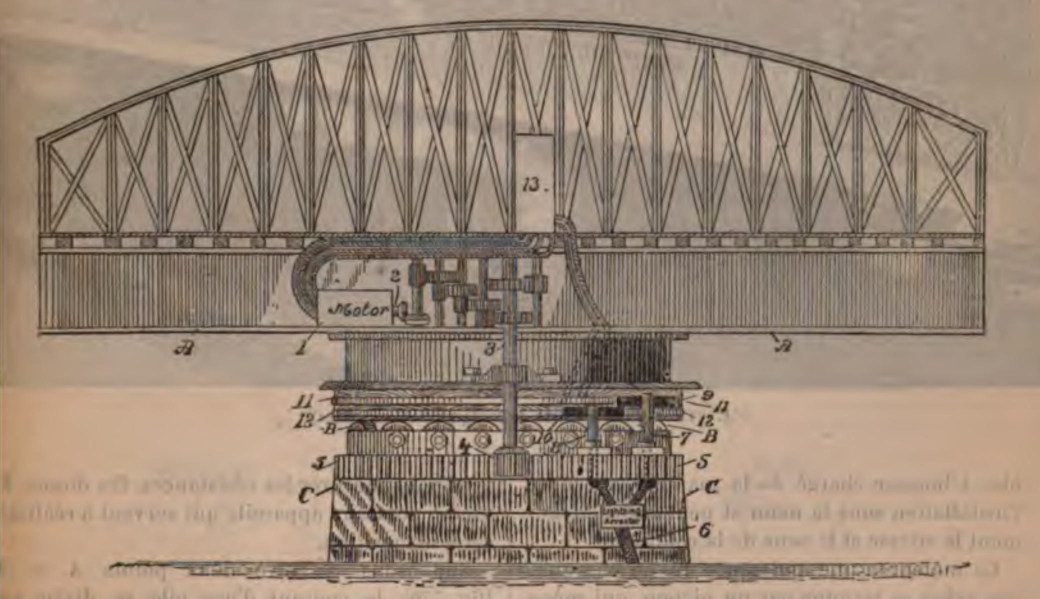


Fig. 774. — Mécanisme du pont tournant.

de long et 60 de large, et qui pèse 320 tonnes, était, avant l'emploi de l'électricité, manœuvré par trois hommes; l'opération exigeait au moins six minutes, ce qui, vu la circulation très active qui a lieu en ce point, causait un embarras des deux côtés et gênait fortement le trafic.

Avec l'électricité, la manœuvre se fait en deux minutes et ne demande qu'un seul homme, ce qui fait une économie notable de temps et d'argent. Le moteur, placé sous le tablier du pont, reçoit le courant par deux câbles sous-marins, qu'un commutateur rattache au circuit général d'éclairage de la ville. Ce commutateur sert à renverser le sens de la marche; un rhéostat régularise la vitesse du moteur. Le commutateur, le rhéostat, le coupe-circuit sont enfermés dans une boîte complètement étanche, située dans la charpente du pont, et sont facilement accessi-



Fig. 775. — Pont tournant de Bridgeport (Connecticut).

bles. L'homme chargé de la manœuvre a toute l'installation sous la main et peut régler facilement la vitesse et le sens de la rotation.

Le moteur a une puissance de 7,5 chevaux. Son arbre se termine par un pignon, qui mène un train d'engrenages, dont le dernier organe est l'arbre de rotation du pont, qui était manœuvré autrefois à bras d'homme.

PONT DE WHEATSTONE. — Disposition indiquée par Wheatstone et employée très souvent pour mesurer les résistances. On donne le même nom aux appareils qui servent à réaliser cette disposition.

Supposons qu'entre deux points A et B (fig. 776), le courant d'une pile se divise en deux dérivations ACB et ADB, et qu'on joigne deux points tels que B et D par un fil. Cherchons la condition pour que ce fil ne soit traversé par aucun courant.

Soient r_1, r_2, r_3, r_4 les résistances des quatre

, ρ celle du pont, i_1, i_2, i_3, i_4 et i les intensi- correspondantes. En appliquant les lois des



Fig. 776. — Pont de Wheatstone.

rants dérivés au circuit ACDA, qui ne ren- ne pas de pile, on a

$$i_1 r_1 + i\rho - i_3 r_3 = 0.$$

e circuit CBDC donne de même

$$i_2 r_2 - i_4 r_4 - i\rho = 0.$$

ux points C et D, on a

$$i = i_1 - i_2 = i_3 - i_4.$$

upposons $i = 0$, il vient

$$i_1 r_1 = i_3 r_3$$
$$i_2 r_2 = i_4 r_4,$$

et

$$i_1 = i_2$$
$$i_3 = i_4;$$

d'où l'on tire

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}.$$

Si l'on donne au rapport $\frac{r_3}{r_4}$ une valeur déterminée, 10, 100, 1000,... et que r_2 soit une résistance connue, par exemple 1 ohm, on aura facilement la valeur de r_1.

Le pont de Wheatstone n'exige pas une pile constante, le résultat étant indépendant de l'intensité totale. Un élément Daniell ou Leclanché suffit.

Le galvanomètre du pont peut être remplacé par un électromètre ou par un téléphone, de préférence à fil gros et court.

Dans la méthode du pont de Wheatstone, il est bon de lancer le courant dans les branches du pont un peu avant de le faire passer dans le galvanomètre, afin d'éviter l'extra-courant de fermeture. On se sert pour cela d'une clef à

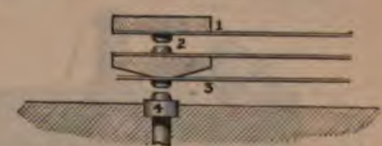


Fig. 777. — Clef à double contact successif.

double contact successif (fig. 777). Lorsqu'on appuie sur la clef, les contacts 1 et 2 se tou-

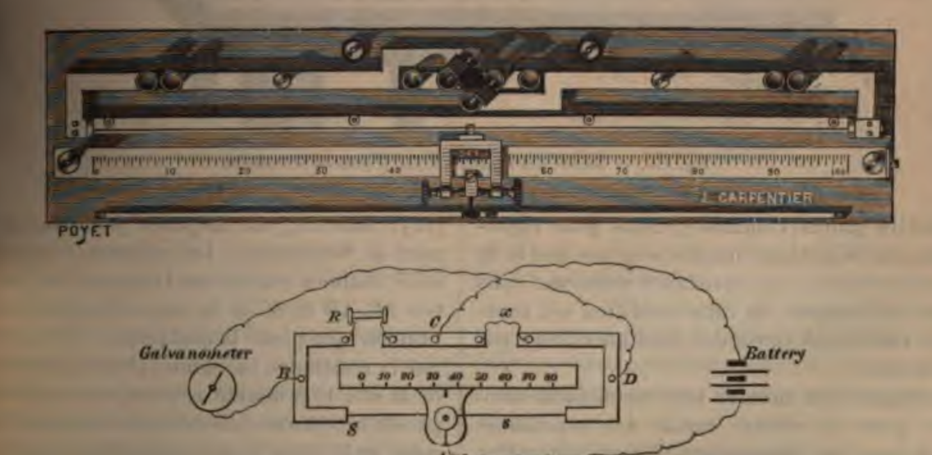


Fig. 778. — Pont à curseur.

nt d'abord et ferment le circuit des bran- s; 3 et 4 se touchent seulement un instant ès et ferment le pont.

n certain nombre d'appareils ont été imaginés pour réaliser le pont de Wheatstone. On se sert souvent du pont à fil divisé ou à curseur (fig. 778), imaginé par M. Forster, dans lequel les deux branches r_1 et r_2 sont figurées par deux

bandes de cuivre CB et CD de résistance négligeable. Ces deux branches sont coupées en leur milieu et reçoivent, l'une en x la résistance à mesurer, l'autre en R une résistance connue, par exemple une bobine étalon de l'ohm légal. Les contacts de ces deux résistances sont établis à l'aide de godets pleins de mercure. Les deux bras r_3 et r_4 sont figurés par les deux parties S et s d'un fil de maillechort, tendu devant une règle divisée en millimètres, et sur lequel glisse un contact mobile A, muni d'un vernier au 1/20 et d'un poussoir, qui permet de lui faire toucher le fil pendant un instant très court. La pile s'attache en A et C, le pont, qui contient un galvanomètre, en B et D. En un commutateur à mercure qui permet une vérification, d'intervertir les résista et x. On déplace le curseur A jusqu'à ce appuyant sur le poussoir, on ne fasse pas le galvanomètre, et l'on a alors

$$x = R\frac{s}{S}.$$

Le rapport $\frac{s}{S}$ est donné par la règle d

Au lieu du pont à curseur, on peut em des boîtes de résistances (fig. 119, 120 formant pont de Wheatstone; c'est une

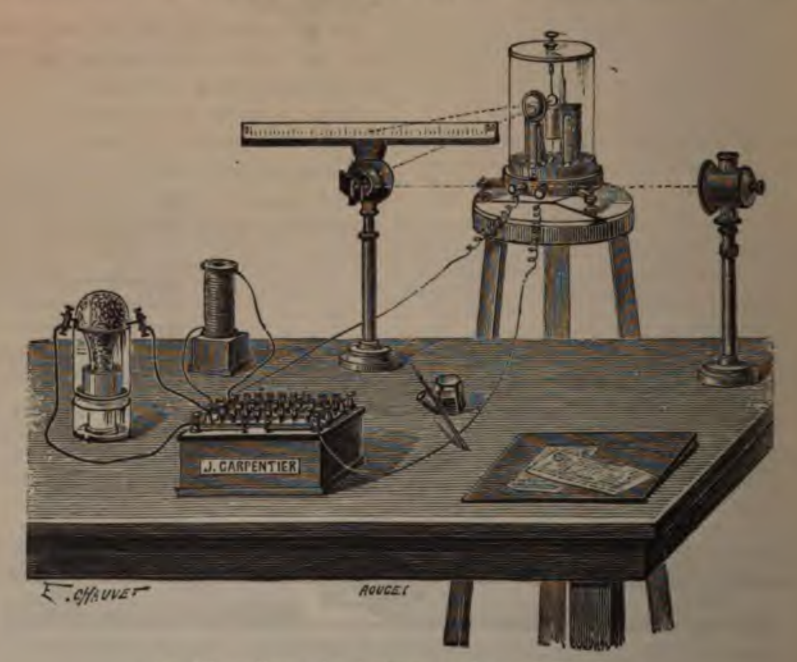


Fig. 779. — Mesure des résistances par le pont de Wheatstone.

peut-être moins commode, mais plus rigoureuse, car le premier modèle suppose que le fil de maillechort a une résistance uniforme dans toute sa longueur. Or cette condition est rarement réalisée, à cause des éraillures faites par le curseur.

La figure 779 montre une installation complète pour la mesure rapide des résistances par le pont de Wheatstone. Le galvanomètre Deprez-d'Arsonval est muni de la règle divisée décrite plus haut (voy. Méthode du miroir); un élément Daniell à ballon produit le courant; les quatre branches du pont sont formées par la caisse placée en avant de la figure.

La table de mesures décrite plus haut (voy. Mesures) est disposée pour form pont de Wheatstone. Les communication alors établies comme sur la figure 780. Le ties AB, AD et BC de la caisse forment tr branches du pont; la quatrième est con par la résistance inconnue, placée en 9. A de la clef 13 à double contact successif, o passer le courant d'abord dans les branch pont, puis dans le galvanomètre, conve ment shunté. On fait varier la résistanc jusqu'à ce que le galvanomètre soit au zé

La figure 781 montre un pont de Wheat d'une forme très pratique, destiné aux me industrielles. L'appareil contient tous le ganes nécessaires, et les connexions son

s d'avance. On voit à gauche les deux bornes quelles s'attache la pile, et entre elles le ton de la clef à deux contacts successifs. La stance s'attache aux deux bornes qu'on voit en it, un peu à gauche du galvanomètre, qui ipe le centre de la table. Le cadran de ce anomètre peut tourner de manière à amele zéro sous l'extrémité de l'aiguille. La renferme en outre un pont de Wheatstone 1 shunt à l'aide duquel on peut donner aux bobines du pont une valeur plus ou moins grande.

MM. Woodhouse et Rawson construisent pour les mesures industrielles un pont de Wheatstone très portatif (fig. 782). Les deux branches de proportion sont formées par deux fils en alliage de platine et d'argent, enroulés sur deux pas de vis pratiqués sur la surface d'un cylindre en ébonite, et reliés avec les deux autres branches l'un par son extrémité infé-

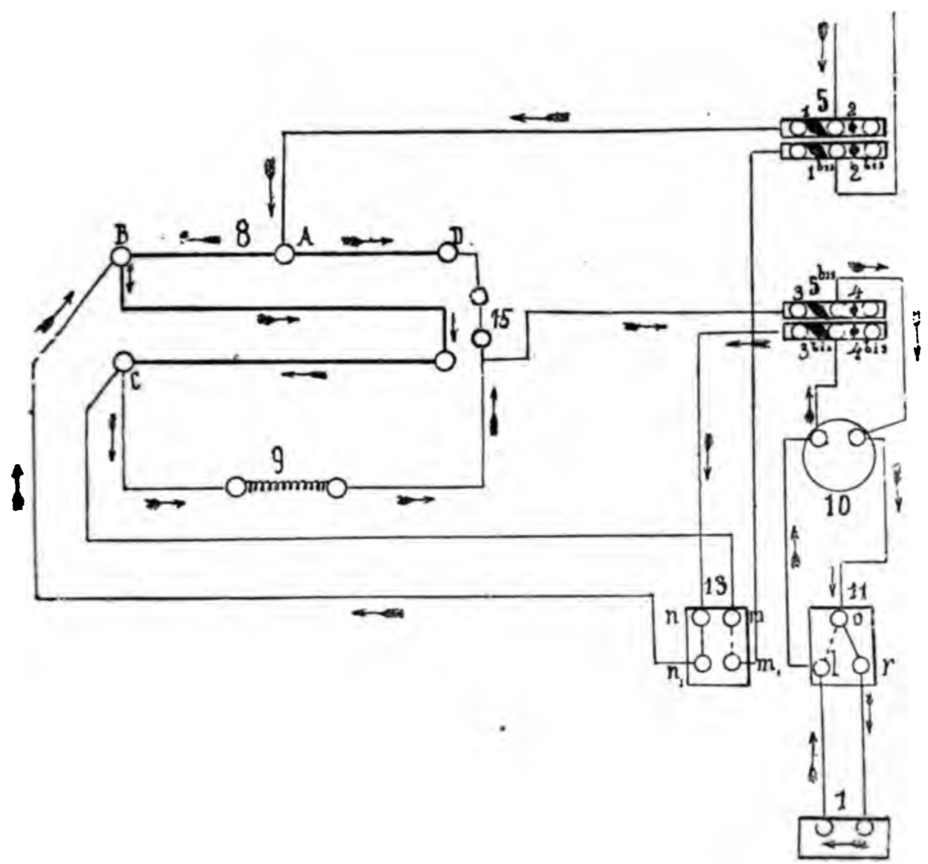


Fig. 780. — Table de mesures disposée en pont de Wheatstone.

e, l'autre par l'extrémité supérieure. Sur lindre fileté se meut un anneau à l'inté- duquel se trouvent un ressort et un galet ontact, destinés à faire communiquer les fils d'argent. Quand on tourne cet anneau, llonge l'un des fils d'argent et l'on raccourautre : le rapport $\frac{s}{S}$ est donné par une graion qui entoure l'appareil. Le cylindre rene quatre bobines de résistance 0,1 — 1 — 10 ohms, que l'on peut à l'aide d'une fiche caler sur l'un des bras du pont. On voit encore sur l'appareil les bornes servant à établir les communications avec la pile, le galvanomètre, la résistance inconnue et la résistance étalon.

On emploie avantageusement avec cet appareil le galvanomètre astatique décrit plus haut (fig. 381), dans la base duquel on peut installer une résistance en charbon d'un mégohm pour servir d'étalon. Le tout est placé dans une boite facile à transporter.

Pont double de Thomson. — Les appareils décrits plus haut sont destinés les premiers à

la mesure des résistances moyennes, les derniers à celle des grandes résistances. Pour les résistances très faibles, on peut employer une modification imaginée par sir W. Thomson et qui est très sensible. Le fil de proportion remplacé par deux fils (fig. 783) ; l'un PQ p comme dans le pont simple un curseur C rel galvanomètre ; mais les deux bouts de c

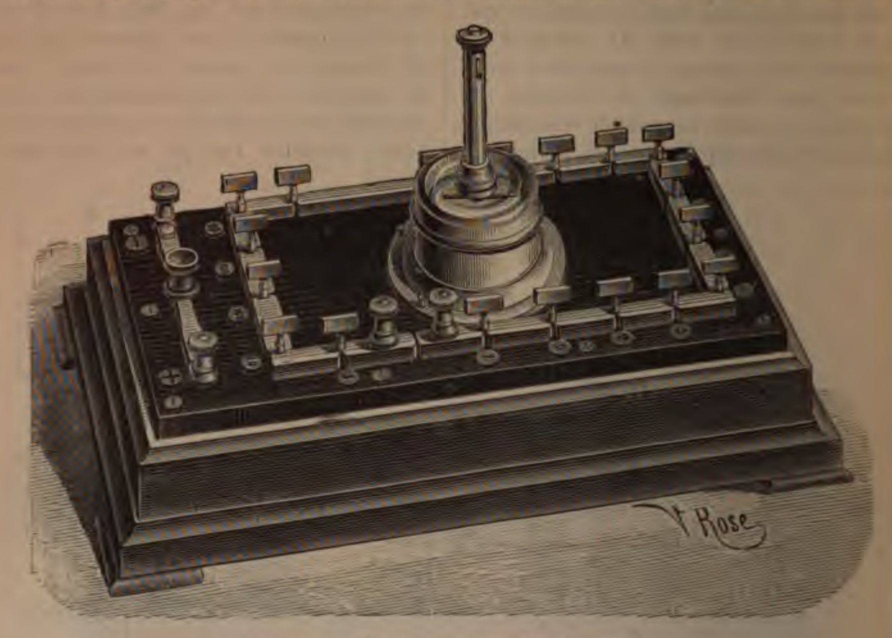


Fig. 781. — Table de mesures linéaires (Desruelles).

communiquent avec deux curseurs isolés A_1B_1, qui se déplacent sur un autre fil AB en restant à la même distance l'un de l'autre. Les extrémités du second fil sont reliées d'une part avec la pile E, de l'autre avec l'extrémité fixe pont, par l'intermédiaire de la résistance connue a' et de la bobine étalon b'.

Si la résistance de la portion du fil AB

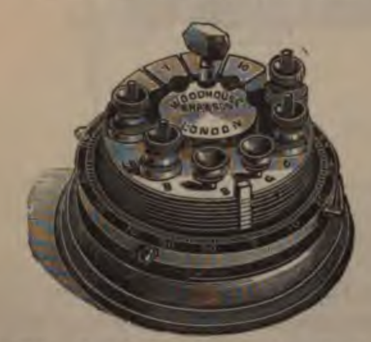


Fig. 782. — Pont de Wheatstone circulaire (Woodhouse et Rawson).

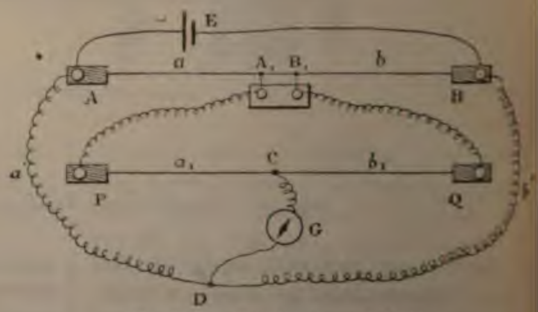


Fig. 783. — Principe du pont double.

prise entre les deux curseurs A_1B_1 est exactement égale à la résistance totale de PQ, on a

$$\frac{a'}{b'}=\frac{a+\frac{a_1}{2}}{b+\frac{b_1}{2}}.$$

Sir W. Thomson et M. Varley ont donné pont double la forme représentée par la figure 784. Chaque fil est remplacé par une rie de bobines égales, disposées en tension La première série comprend 101 bobines 1000 ohms chacune, la deuxième 100 bobines 20 ohms. Elles sont disposées en cercle

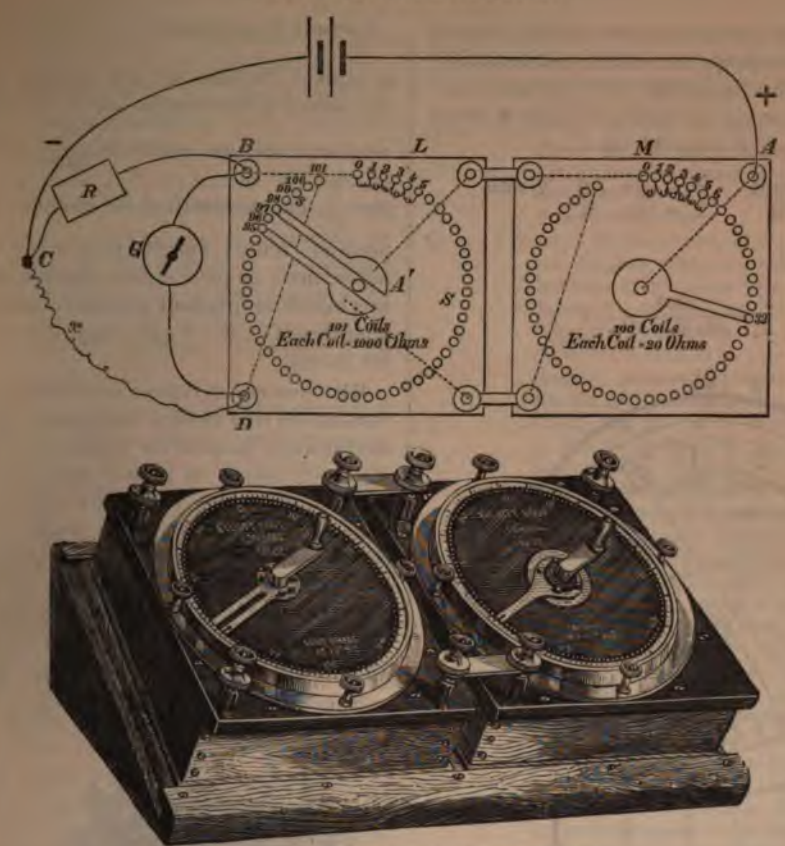


Fig. 784. — Pont double de W. Thomson et Varley.

tes identiques; sur la première tourne e curseur dont les deux contacts comprennent toujours entre eux deux bobines de 1000 ohms, c'est-à-dire une résistance égale à

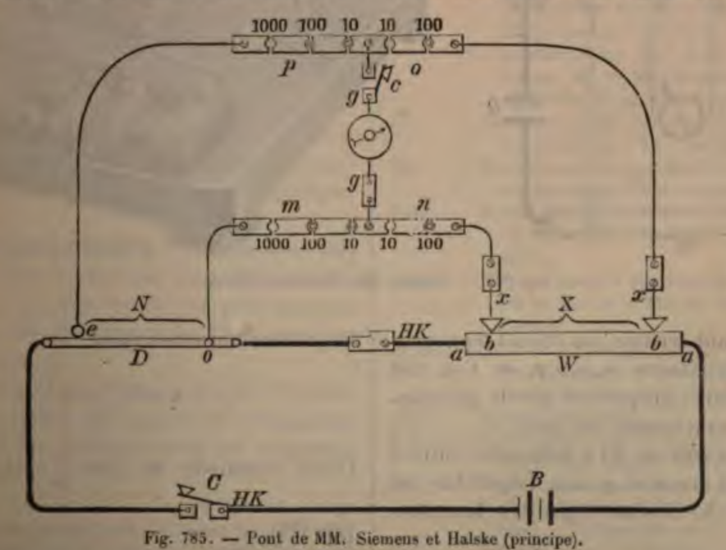


Fig. 785. — Pont de MM. Siemens et Halske (principe).

ance totale de la seconde boîte. Cette porte un contact simple.

La manette du second cadran étant sur le bouton, on tourne celle du premier jusqu'à ce

que l'équilibre soit à peu près établi, puis on déplace l'autre jusqu'au contact qui donne l'équilibre le plus approché. Si le premier contact s'est arrêté sur la bobine d'ordre M, et le second sur celle d'ordre M', on a

$$a = 1000\,\mathrm{M} \qquad b = (101 - \mathrm{M} - 2)\,1000$$
$$a_1 = 20\,\mathrm{M}' \qquad b_1 = 100 - \mathrm{M}';$$

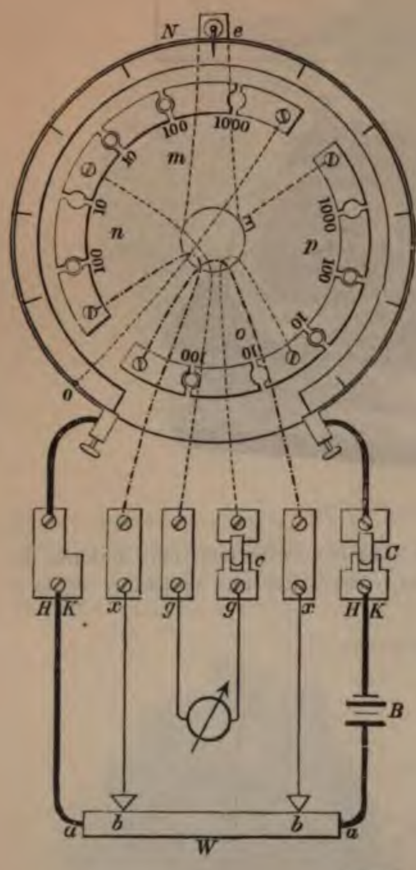
d'où l'on tire

$$\frac{b'}{a'} = \frac{1000}{100\,\mathrm{M} + \mathrm{M}'} - 1.$$

Lorsque M est voisin de 50, c'est-à-dire lor

le rapport cherché est peu éloigné de l'u une erreur d'une bobine sur le second ca ne donne qu'une erreur de $\frac{1}{50000}$ pour le port $\frac{b'}{a'}$; l'approximation est moindre lorsq premier contact s'arrête près d'une des e mités, mais on peut encore obtenir une v très exacte en prenant successivement les nombres M et M+1 qui comprennent le r tat cherché.

MM. Siemens et Halske construisent pou résistances très faibles un appareil qui es modification du pont de Thomson. On m série une pile B de grande intensité (fig. une clef de contact C, un fil D étalonné et dué, sur lequel glisse un curseur *e*, enf pièce W, dont on veut mesurer la résistan entre les points *bb*. Aux points *o* et *e* du fil dué, ainsi qu'aux extrémités *bb* de la r tance à mesurer, s'attachent les branche pont *mnop*, entre lesquelles sont dispos galvanomètre à miroir *gg* et la clef *c*.



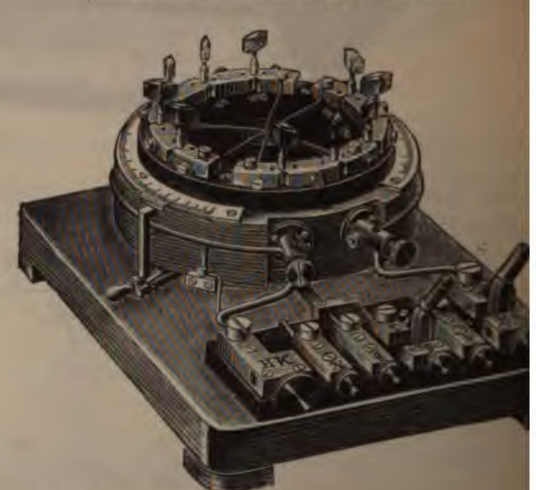


Fig. 786. — Pont de MM. Siemens et Halske.

La clef C étant fermée, on choisit convenablement les résistances *m*, *n*, *o*, *p*, et l'on fait glisser le curseur *e* jusqu'à ce que le galvanomètre s'arrête exactement au zéro.

Soit N la longueur de fil à intercaler entre *o* et *e*. Si l'on fait $m = n$ et $p = o$, l'équilibre est établi pour N=X. Si l'on règle les branches pour avoir

$$\frac{n}{m} = \frac{o}{p}$$

l'équilibre aura lieu pour

$$\mathrm{X} = \mathrm{N}\frac{n}{m} = \mathrm{N}\frac{o}{p}.$$

Il est commode de faire $\frac{o}{p}$ égal à 10, 1, $\frac{1}{100}$, etc.

La figure 786 montre la disposition réell communications et l'aspect de l'appareil. Les

…ui forment les quatre branches m, n, o, p, …acées dans une boîte circulaire, entou…r le fil étalonné D, sur lequel glisse le …r c. N est la résistance de la partie oe. …rnes gg reçoivent le galvanomètre, xx la …nce inconnue, et les bornes HK (*Haupt-…eis*) les pôles de la batterie B (2 à 4 élé- Bunsen), dont l'un par l'intermédiaire …ésistance W. Le dessin en perspective les différents organes, notamment le fil et le cercle divisé qui l'accompagne, le …e à gauche de la figure, les bornes et les contact C et c.

…*cations*. — Le pont de Wheatstone sert à …utes les mesures qui se ramènent à une …ination de résistance, notamment à re…r les dérangements, à mesurer l'isole…un câble, etc.

…E-MONTRE (Poste) et **PORTE-VOIX …RIQUE**. — Noms donnés par M. Mildé à …tes microtéléphoniques domestiques; le est destiné à remplacer les tuyaux …ques.

…TIF. — Voir Électricité et Pile.

…E AUX LETTRES ÉLECTRIQUE. — …ner Siemens a proposé de transporter …es à l'aide d'une petite locomotive élec…oulant sur des rails dans un tube carré de fer de 50 cm. de côté, servant aussi …ucteur. Le retour se ferait par la terre, …e que la résistance ne dépasserait pas …m par kilomètre. Une seule machine …rice suffirait pour 20 kilom. de ligne. La boîte à lettres poussée par le moteur étant …ère, celui-ci pourrait faire 1000 tours …ute, et atteindrait 60 kilom. à l'heure. …uirait les arrêts en rompant le circuit.

…E MICROTÉLÉPHONIQUE. — Poste télé…ue dont les transmetteurs sont des mi…es et les récepteurs des téléphones. …s mots.

…E TÉLÉGRAPHIQUE. — Ensemble des …ls servant à recevoir ou à transmettre …pêche. Le mot poste est pris souvent synonyme de bureau. On dit encore sta…égraphique.

…les abréviations employées par l'Admi…on française des postes et télégraphes …signer les différentes sortes de postes …hiques.

… Service permanent (de jour et de nuit).
… Service de jour prolongé jusqu'à 11 heures du soir (cette abréviation n'est employée que dans la nomenclature des bureaux de Paris).

N/12. Service de jour prolongé jusqu'à minuit.

N/9. Service de 7 heures ou 8 heures du matin, suivant la saison, à 9 heures du soir, sans aucune interruption.

MC. Service de jour complet. Les bureaux à service de jour complet sont ouverts tous les jours sans exception de 7 heures du matin en été, et de 8 heures en hiver, à 9 heures du soir.

L. Service limité (c'est-à-dire ouvert pendant un nombre d'heures moindre que les bureaux à service de jour complet). Les bureaux à service limité sont ouverts de 7 heures du matin en été, et de 8 heures en hiver, à midi et de 1 heure à 7 heures du soir, pendant la semaine; de 7 heures du matin en été, et de 8 heures en hiver, à 10 heures du matin, et de midi à 3 heures du soir, les dimanches et jours fériés.

ML. Service municipal limité. 1° *Dans les localités où le service des postes n'est pas installé*, les bureaux municipaux sont ouverts : *les jours ouvrables*, de 9 heures du matin à midi et de 2 heures à 7 heures du soir; *les dimanches et jours fériés*, de 8 heures à 9 heures du matin et de 1 heure à 2 heures du soir. — 2° *Dans les bureaux de poste auxquels a été réuni le service télégraphique municipal*, les heures d'ouverture pour les opérations télégraphiques sont identiques à celles du service postal qui, *les jours ouvrables*, sont en général fixées de 7 ou 8 heures du matin, suivant la saison, à midi, et de 2 heures à 7 heures du soir. — 3° *Dans les localités où il existe un bureau de poste et un bureau télégraphique municipal géré par un agent de la commune*, cet agent doit fournir des vacations identiques à celles du bureau de poste. — 4° *Dans les localités où il existe un bureau de poste et un bureau télégraphique non fusionnés*, la durée du service dans les deux bureaux est la même et réglée d'après les heures de vacation du service le plus étendu.

BC. Bureau ouvert pendant la saison des bains ou la saison d'été; *service complet*.

BL. Bureau ouvert pendant la saison des bains ou la saison d'été; *service limité*.

BML. Bureau ouvert pendant la saison des bains ou la saison d'été; *service municipal limité*.

L/BC. *Service complet* pendant la saison des bains ou la saison d'été, *et limité* le reste de l'année.

M/BL. *Service limité* pendant la saison des bains ou la saison d'été, et *service municipal limité* le reste de l'année.

Mre. Bureau militaire.

Ecl. ou Bar. Bureau établi aux *écluses* et aux *barrages* des canaux et rivières canalisées, admettant *au départ* toutes les dépêches et n'admettant *à l'arrivée* que les dépêches « Télégraphe restant ».

FMal. Service de la distribution extérieure, assuré dans les bureaux d'Écluses, Barrages ou Gares, par un facteur municipal.

S. Bureau sémaphorique. Ces bureaux re-

çoivent non seulement les dépêches de ou pour les localités voisines, mais encore celles à destination ou provenant des bâtiments en mer.

IP. (Nom du bureau) (Noms des concessionnaires), pour : bureau d'intérêt privé relié à celui de... pour la correspondance spéciale de...

Kil. Les expressions composées à l'aide de cet indice : 1 kil., 2 kil., 3 kil., etc., indiquent le nombre de fois qu'il y a lieu de percevoir l'unité de la taxe d'exprès, 50 centimes, à titre de frais fixes.

1 kil. ou 2 kil., etc. — Gare chargée de la distribution à domicile.

D. Gare qui admet *au départ* tous les télégr. et n'accepte à l'arrivée que ceux à distribuer dans l'enceinte de la gare ou adressés « Télégraphe restant ».

V. Gare qui n'est ouverte que pour le service des voyageurs et des personnes résidant dans la gare. Les gares V ne sont en mesure de faire aucun service de distribution en dehors de l'enceinte des gares elles-mêmes ; elles ne peuvent par suite accepter *à l'arrivée* que les seuls télégrammes adressés soit aux agents des compagnies ou au personnel des buffets, soit « Télégraphe restant ».

VD. Gare qui admet *au départ* les dépêches des voyageurs et du personnel résidant à la gare, et n'admet *à l'arrivée* aucune dépêche.

Bureau ouvert au service des mandats télégraphiques.

Bureau projeté ou provisoirement fermé.

Au point de vue de leur disposition, l'Administration française divise les postes en : 1° poste à bifurcation placé au point ou plusieurs lignes se croisent ; 2° poste à embrochage, ayant ses électro-aimants intercalés dans la ligne qui joint deux postes situés de part et d'autre ; 3° poste point de coupure, dans lequel les fils allant aux postes situés de part et d'autre sont coupés et réunis par des bandes de cuivre, pour permettre de faire facilement toutes les vérifications utiles.

Poste central. — Les grandes villes, telles que Paris, Londres, etc., ont un poste central relié d'une part à tous les postes de quartier, d'autre part à tous ceux de province, et qui centralise toutes les dépêches.

Poste portatif. — Voy. Télégraphe.

Poste télégraphique et téléphonique simultané. — Poste permettant de télégraphier et de téléphoner par un même fil. (Voy. Téléphonie).

POSTE TÉLÉPHONIQUE. — Ensemble des appareils servant à la correspondance téléphonique. Le poste est contenu dans un bureau, avec lequel on le confond souvent.

Ces postes se divisent en postes ou cabines publics, ouverts au public moyennan[t une] certaine taxe, et aux abonnés sur la pré[senta]tion de leur carte, et en postes d'intérêt [privé]. On a imaginé plusieurs dispositions des[tinées] à supprimer l'agent préposé aux cabine[s pu]bliques ; mais aucune n'est encore entrée [dans] la pratique. (Voy. Abonnement et Taxe.)

POTEAU. — Support muni d'isolateur[s qui] soutiennent les lignes aériennes.

Poteaux en bois. — On se sert le plus so[uvent] de poteaux en bois de pin ou de sapin, [ayant] ordinairement 6 mètres de hauteur, quelq[uefois] 8 et même 10 ou 12 mètres, pour la tra[versée] des voies de chemin de fer, de certain[s che]mins, etc. On les enfonce dans le sol d'en[viron] 1,50 à 2 mètres.

Dans les courbes, il est nécessaire de co[nsoli]der les poteaux pour s'opposer à la tr[action] opposée par les conducteurs. Les haubans [cons]tituent le procédé le plus économique ; c[e sont] des câbles en fil de fer galvanisé, fixés à l[a par]tie supérieure du poteau et attachés d['autre] part à un mur ou à un fort piquet planté [dans] le sol. On les place dans la direction op[posée] à l'action des conducteurs.

Les poteaux couplés (fig. 787, C) offrent [plus] de solidité. Le poteau incliné fait l'offi[ce de] jambe de force ; il se place dans la même [direc]tion que les haubans, mais dans le sens op[posé]. La résistance est la même que si l'inte[rvalle] qui sépare les deux poteaux était plei[n. La] réunion des deux poteaux se fait souv[ent à] l'aide de boulons ou de colliers en fer : [il est] bon de les joindre de distance en dis[tance] par des entretoises boulonnées. La tensio[n des] fils tend à enfoncer le poteau incliné ; [c'est] pourquoi l'on place ordinairement sous l[e pied] de ce poteau une pierre plate ou une piè[ce de] bois qui augmente la surface d'appui.

Les poteaux en bois sont injectés à [l'aide] d'une substance destinée à empêcher l[a fer]mentation de la sève et des liquides inté[rieurs], ainsi que l'action des insectes. En Fran[ce on] se sert de sulfate de cuivre (Voy. Injec[tion]) ; dans quelques pays, notamment en Bel[gique], on fait usage de créosote, qui a l'inconvé[nient] de brûler les mains et les vêtements de[s ou]vriers.

Poteaux en métal. — Les poteaux en [bois] sont lourds et disgracieux et peuvent fini[r par] pourrir au bout d'un certain temps. Au[ssi a]-t-on essayé de les remplacer par des p[oteaux] en fer ou en fonte.

Nous citerons notamment les poteaux [Op]masson (fig. 787, A et B), à plantatio[n]

on voit en B comment les consoles sont rivées sur le poteau.

Les poteaux de MM. L. Clark, Muirhead and C° (fig. 788) sont composés d'une partie souterraine en fonte à nervures, et d'une partie aérienne, qui est un tube de fer conique, renforcé intérieurement par des feuilles d'acier. Les isolateurs sont portés par deux bras reliés par un anneau central, qui s'engage sur le poteau et s'y trouve retenu grâce à la forme conique de celui-ci.

MM. Lazare Weiller et C[ie] construisent des poteaux formés de quatre cornières en acier, qui se réunissent vers le sommet en s'adossant mutuellement, et sont maintenues par des entretoises de distance en distance. Le tout forme une pyramide à base carrée.

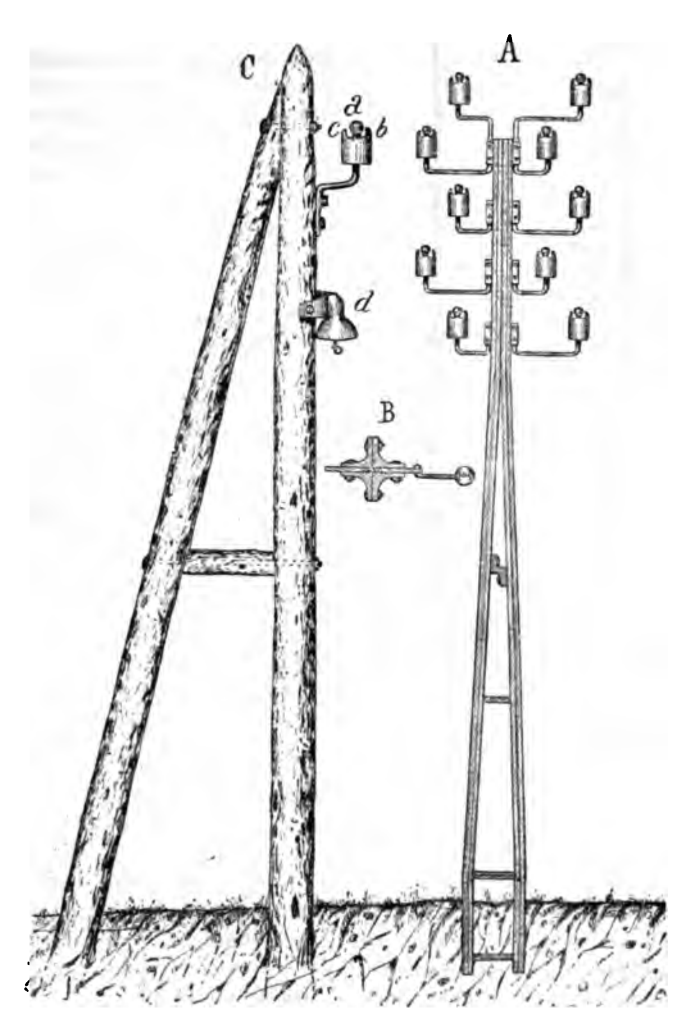


Fig. 787. — Poteau en fer Lemasson et poteaux couplés.

On a utilisé pour la construction des poteaux métalliques la tôle et les différentes sortes de fer du commerce, fer cornière, fer à T, fer zorès, etc. Les poteaux métalliques sont plus économiques, quand ils doivent supporter un grand nombre de fils; ils sont plus faciles à transporter et à monter, plus durables, et peuvent recevoir des formes plus élégantes.

POTELET. — Petit poteau fixé à un mur par des consoles à scellement. Les potelets servent notamment pour l'entrée des fils dans les bureaux.

POTENTIEL ÉLECTRIQUE. — Propriété des corps électrisés qui se définit de la manière suivante. Sur un conducteur électrisé, la dis-

tribution n'est pas en général uniforme, et la densité varie d'un point à un autre. Cependant,

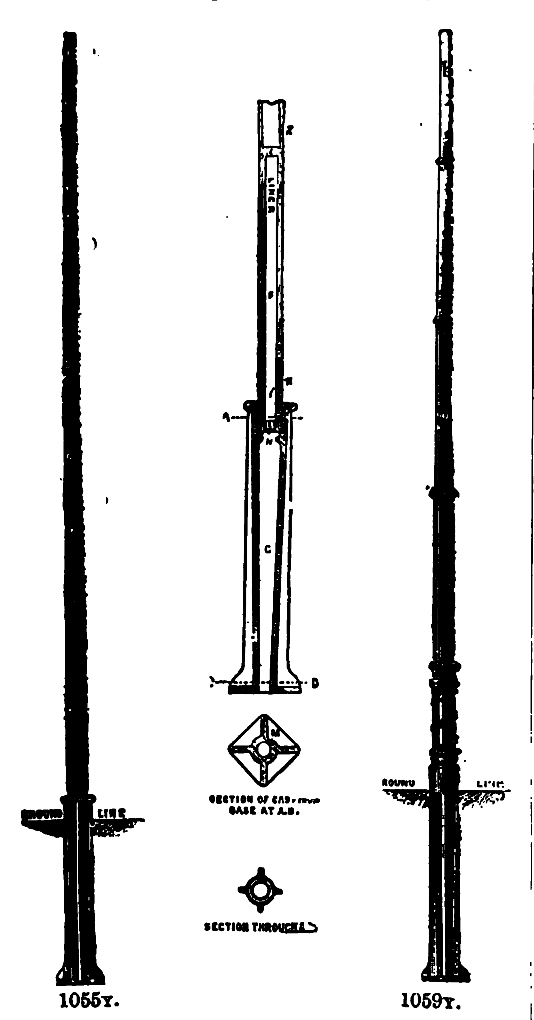


Fig. 788. — Poteaux Latimer Clark, Muirhead and Cº.

si l'on relie un point quelconque de ce conducteur par un fil long et fin avec un électromètre placé assez loin pour éviter tout phénomène d'influence, la déviation de l'aiguille ou des feuilles d'or reste la même, quel que soit le point touché de la surface ou de l'intérieur du conducteur. Si l'on double la charge totale, la déviation devient deux fois plus grande.

S'il s'agit d'un corps isolé chargé par influence, la déviation est la même, que le point touché appartienne à la région positive, à la région négative ou même à la ligne neutre. Elle est de même signe que celle produite par le corps influençant, mais plus petite.

Enfin la déviation est nulle pour tout corps en communication avec le sol, qu'il soit chargé positivement ou négativement.

Il y a donc une propriété qui est constante en tout point d'un corps électrisé, bien que la densité soit variable; c'est ce qu'on nomme le *potentiel*. Le potentiel caractérise l'état électrique d'un corps, comme la température définit l'état calorifique. Le potentiel du sol est pris arbitrairement comme zéro; on ne considère donc que les potentiels relatifs. On les compte positivement lorsqu'ils donnent une déviation positive, négativement dans le cas contraire. L'échelle des potentiels est arbitraire. Le potentiel d'un corps varie proportionnellement à sa charge.

Lorsqu'on réunit deux corps électrisés par un fil long et fin, s'il ne passe pas d'électricité de l'un sur l'autre, c'est qu'ils ont le même potentiel; sinon il passe de l'électricité du corps qui a le potentiel le plus élevé sur l'autre.

Autres définitions. — Le sol étant conducteur, le travail nécessaire pour transporter une masse d'électricité positive égale à 1 d'un point déterminé jusqu'à un point quelconque du sol est constant (Voy. TRAVAIL). Ce travail varie seulement avec la position du point considéré. Pour la même raison, il est encore constant pour un point quelconque d'un conducteur. Si, au lieu d'une unité d'électricité, on veut transporter une masse m, le travail est évidemment multiplié par m. Le travail considéré définit donc aussi l'état électrique du corps et peut être pris comme mesure du potentiel. Cette définition a l'avantage de s'appliquer à un point quelconque du champ et de se prêter à des mesures absolues.

Le potentiel en un point est donc mesuré par le nombre d'unités de travail nécessaires pour transporter une unité d'électricité positive de ce point jusqu'au sol par un chemin quelconque.

Le potentiel a le même signe que le travail des forces électriques.

On démontre que :

La valeur de la force électrique en un point est égale à la dérivée, changée de signe, du potentiel par rapport à la normale à la surface de niveau passant par ce point.

Si, dans un certain espace, le potentiel est constant, la force est nulle, et réciproquement.

Le potentiel en un point est égal à la somme algébrique des quotients obtenus en divisant chacune des masses agissantes par sa distance au point considéré.

Il résulte de là que le potentiel d'une sphère est égal au quotient de sa masse par son rayon.

En effet, c'est la valeur qu'on trouve pour le centre, et il est constant dans tout l'intérieur.

Théorème de Poisson. — *La somme en un point des trois dérivés secondes partielles du potentiel par rapport à trois axes rectangulaires est égale au produit changé de signe de 4π par la densité de la masse agissante en ce point.*

Il résulte de là que cette somme est nulle, s'il n'y a pas d'électricité au point considéré. Cette forme moins générale du théorème a été indiquée d'abord par Laplace.

Les potentiels se mesurent d'ordinaire à l'aide des électromètres.

POTENTIEL MAGNÉTIQUE. — La loi élémentaire étant la même pour les masses magnétiques et pour les masses électriques, le potentiel magnétique se définit comme le potentiel électrique. C'est le travail nécessaire pour amener depuis l'infini jusqu'au point considéré une masse magnétique positive égale à l'unité, ou bien la somme algébrique des quotients obtenus en divisant chacune des masses magnétique en présence par sa distance au point considéré.

POTENTIOMÈTRE. — Appareil destiné à la mesure des différences de potentiel ou des forces électromotrices.

Dans le potentiomètre de Clark (fig. 789), les

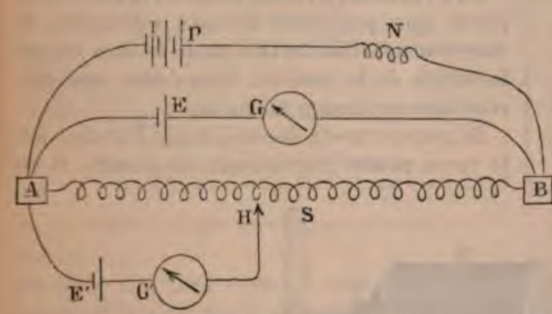


Fig. 789. — Potentiomètre de Clark.

deux piles à comparer sont placées en E et E'. Aux deux bornes A et B sont reliées : 1° une pile auxiliaire P et un rhéostat N; 2° la pile la plus forte E et un galvanomètre G; 3° un fil S bien calibré et placé au-dessus d'une règle divisée en 1000 parties égales.

On règle la résistance du rhéostat N de façon à amener le galvanomètre G au zéro.

Si l'intensité dans le fil divisé est I, on a :

$$E = 1000 \times I.$$

On relie ensuite l'autre pile E' à la borne A et à un curseur H, qu'on déplace sur le fil S jusqu'à ce que le galvanomètre G' soit au zéro. On a de même alors

$$E' = nI.$$

D'où

$$\frac{E'}{E} = \frac{n}{1000}.$$

POUSSIÈRES (PRÉCIPITATION DES). — Voy. CONDENSATION DES FUMÉES et POINTES.

POUVOIR CONDENSANT. — Syn. de FORCE CONDENSANTE.

POUVOIR ÉLECTRO-OPTIQUE. — Propriété que possèdent certains diélectriques de devenir biréfringents lorsqu'ils sont soumis à une déformation électrique intense. Cette propriété a été découverte par M. Kerr en 1875.


Fig. 790. — Expérience de Kerr.

Une plaque de verre (fig. 790) est creusée de deux trous parallèles à la plus grande face, dans lesquels on introduit deux tiges communiquant avec une bobine d'induction. Si l'on fait tomber perpendiculairement sur la plaque un faisceau de lumière polarisé rectilignement à 45° de la ligne des fils *aa*, par exemple suivant *bb* ou *b'b'*, ce faisceau se comporte à la sortie comme le fait la lumière polarisée elliptiquement.

Le sulfure de carbone, la benzine, les huiles de paraffine, de kérosène, de térébenthine, d'olives, manifestent la même propriété.

M. Röntgen a répété les expériences de Kerr sur une plus grande échelle et a observé des effets magnifiques. Les liquides étaient contenus dans une grande cuve de verre de 12 centimètres de hauteur, contenant deux électrodes reliées l'une au sol, l'autre à une machine électrique. Les nicols étant à l'extinction, la lumière reparaissait, dès qu'on faisait marcher la machine, et avec tant d'intensité que l'œil ne pouvait en soutenir l'éclat.

A la suite d'une série de mesures quantitatives, M. Kerr a donné en 1880 la loi suivante : *L'intensité de l'action électro-optique d'un diélectrique, ou la différence de marche du rayon ordinaire et du rayon extraordinaire, par unité d'é-*

paisseur du diélectrique, varie en raison directe du carré de la force électrique.

POUVOIR INDUCTEUR SPÉCIFIQUE. — Si, dans un condensateur, on remplace la lame d'air par une lame d'un isolant ayant exactement la même épaisseur, la capacité de l'appareil augmente. On appelle *pouvoir inducteur spécifique* de la substance isolante le rapport de la capacité du condensateur muni de la lame isolante à celle qu'il avait avec la lame d'air de même épaisseur. Cette quantité s'appelle aussi *capacité inductive spécifique* et *constante diélectrique.*

Le pouvoir inducteur est aussi le rapport des épaisseurs des lames d'air et du diélectrique qui donnent au conducteur la même capacité.

Mesure du pouvoir inducteur. — De nombreuses mesures de la capacité inductive ont été faites, mais la plupart sont entachées d'une grave cause d'erreur; pendant la charge du condensateur, l'électricité pénètre dans la lame isolante, et cette absorption augmente notablement les résultats. M. Gordon a repris cette détermination à l'aide de sa BALANCE D'INDUCTION STATIQUE (Voy. ce mot), et il a évité l'absorption en chargeant le condensateur avec une bobine de Ruhmkorff.

Voici quelques-uns des nombres trouvés par M. Gordon.

Verre	3,243
Paraffine	1,9936
Soufre	2,58
Ébonite	2,284
Chatterton	2,547
Sulfure de carbone	1,81

Pour les gaz, MM. Ayrton et Perry ont trouvé :

Hydrogène	0,9998
Acide carbonique	1,008
Gaz d'éclairage	1,0004
Acide sulfureux	1,0037

La détermination du pouvoir inducteur présente un grand intérêt : les câbles sous-marins transmettent d'autant plus vite que l'enveloppe isolante a une capacité inductive plus faible. D'autre part, au point de vue théorique, « si l'action électrique était une action directe à distance, il faudrait s'attendre à ce qu'elle se transmette également à travers tous les isolants. Un des arguments les plus puissants en faveur de l'hypothèse qu'elle est une déformation des molécules de l'isolant résulte de ce fait que les divers isolants la transmettent avec des énergies très différentes. » (Gordon.)

POUVOIR MULTIPLICATEUR. — On nomme pouvoir multiplicateur d'un shunt le rapport $\frac{g+S}{S}$ par lequel il faut multiplier l'intensité observée pour avoir celle du courant principal. Les trois bobines du shunt ont généralement des pouvoirs multiplicateurs égaux à 10, 100, 1000.

POUVOIR ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — Propriété que possèdent diverses substances de faire tourner d'un certain angle le plan de polarisation de la lumière, lorsqu'elles sont placées dans un champ magnétique.

Ce pouvoir a été découvert par Faraday sur le verre pesant (borosilicate de plomb). Il est

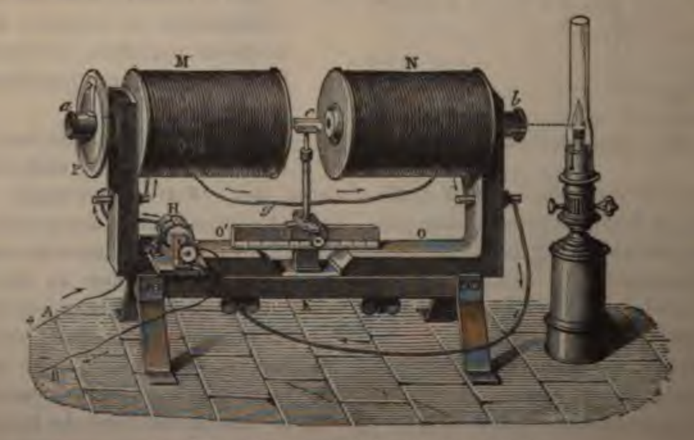
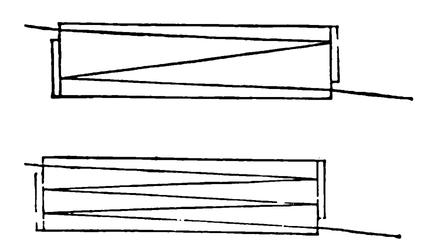


Fig. 791. — Expérience de Faraday (Carpentier).

également très développé dans le sulfure de carbone et il existe à un degré moindre dans toutes les substances transparentes, solides, liquides ou gazeuzes. L'effet est maxim

a direction du rayon coïncide avec celle
ıes de force; il est nul quand ces deux
ns sont rectangulaires. L'effet est plus
avec les substances monoréfringentes
les corps biréfringents.
ontre ce pouvoir à l'aide d'un électro-
de Ruhmkorff, semblable à ceux qui
pour l'étude du diamagnétisme (fig. 791).
ance étudiée est placée en c, entre les
les de l'électro-aimant, qui est percé
u suivant son axe ab. Deux nicols sont
n a et b et tournés à l'extinction. Si
alors passer le courant à l'aide du com-
r H, la lumière reparaît aussitôt. Si
nployé de la lumière homogène, on ré-
xtinction en tournant l'analyseur d'un
ngle, qu on lit sur le cercle P.
ıvoir rotatoire magnétique est indépen-
sens dans lequel le rayon se propage.
ulte que si l'on fait revenir le rayon
nême, en plaçant un miroir derrière la
e, la rotation est doublée, tandis qu'elle
nulée dans le cas de la rotation natu-
même si, en argentant les deux faces
s du corps, on fait réfléchir le rayon
fois (fig. 792), la rotation est multipliée



g. 792. — Effet des réflexions successives.

5..., tandis que la rotation naturelle
ılle ou égale à la rotation initiale, sui-
la lumière traverserait la substance
re pair ou impair de fois.
s substances diamagnétiques, la rota-
dite positive; elle est de même sens
ourant qui produit le champ. Elle est
pour la plupart des substances magné-

d. Becquerel, Matteucci, Bertin, Ed-
la Rive, Wertheim, Verdet et plus ré-
M. H. Becquerel ont étudié le pou-
toire magnétique.
a donné en 1852 la loi suivante :
tion du plan de polarisation entre deux proportionnelle à la différence du poten- étique entre ces deux points.

M. H. Becquerel a montré que, pour un même groupe de substances, l'expression

$$\frac{R}{n^2(n^2-1)}$$

est à peu près constante, R étant le pouvoir rotatoire magnétique et n l'indice de réfraction; mais la valeur de cette constante est différente pour les différents groupes.

Pour une même substance, la rotation des diverses radiations peut être représentée assez exactement par

$$\frac{R\lambda^2}{n^2(n^2-1)} = \text{constante},$$

λ étant la longueur d'onide.

Mesure de l'intensité des courants. — La rotation magnétique du plan de polarisation constitue une sorte de *galvanomètre* optique, qui permet de mesurer l'intensité d'un courant en valeur absolue.

Soit α la constante de Verdet, c'est-à-dire la rotation que produit la substance considérée pour une différence de potentiel égale à l'unité. Supposons que la substance forme un long cylindre ou soit placée, si elle est liquide, dans un long tube, qu'on entoure en son milieu d'une bobine formant n spires de grandeur et de forme quelconques. Le tube étant assez long pour que l'action de la bobine soit négligeable aux extrémités, le rayon polarisé traverse n fois le circuit et le potentiel varie chaque fois de $4\pi I$. La rotation est donc $4\pi\alpha n I$. D'où l'on tire I en valeur absolue.

Action du magnétisme terrestre. — M. H. Becquerel a pu mesurer la rotation magnétique produite dans un tube plein de sulfure de carbone par le magnétisme terrestre. MM. Kündt et Röntgen ont calculé quelle serait la rotation produite dans l'air atmosphérique par l'action du magnétisme terrestre. Ils ont trouvé que la lumière, allant du nord au sud, devait traverser 253 kilomètres pour tourner d'un degré. D'après les expériences de M. H. Becquerel, il faudrait 300 kilomètres. M. Becquerel a pu observer une rotation causée par l'action du magnétisme terrestre sur l'atmosphère.

POUVOIR THERMO-ÉLECTRIQUE. — Force électromotrice d'un élément thermo-électrique dont les soudures ont une différence de température de 1°. Ce pouvoir varie avec la température moyenne des soudures (Voy. THERMO-ÉLECTRICITÉ).

PRÉAMBULE. — La transmission de tout télégramme est précédée d'un ensemble de ren-

seignements de service qui, propres à ce télégramme, dont ils constituent en quelque sorte le signalement, sont transmis gratuitement et en forment le préambule.

Ce préambule est composé des éléments suivants qui doivent être inscrits sur la minute et transmis obligatoirement dans l'ordre indiqué ci après :

a. *Nature du télégramme;*

b. *Bureau de destination*, tel qu'il figure dans la nomenclature : faire suivre ce nom du mot « limité » lorsque le télégramme a été déposé à la dernière heure ;

c. *Bureau d'origine;*

d. *Numéro du télégramme;*

e. *Nombre de mots* (dans les télégrammes chiffrés, on indique : 1° le nombre total des mots, qui sert de base à la taxe; 2° le nombre des mots écrits en langage ordinaire; 3° s'il y a lieu, le nombre des groupes de chiffres ou de lettres);

f. Dépôt du télégramme (par trois nombres, *date*, *heure* et *minute*, avec l'indication m. ou s., matin ou soir);

Dans la transmission par l'appareil Hughes, la date est donnée sous la forme d'une fraction, dont le numérateur indique le jour et le dénominateur le mois;

g. Pour les télégrammes internationaux, *voie à suivre* (quand l'expéditeur l'a indiquée par écrit dans son télégramme); *voie suivie* pour les télégrammes venant de l'étranger et pour lesquels la voie a été indiquée au premier bureau français;

h. *Indications éventuelles* que l'exp éditeur n'est pas tenu de comprendre]dans le texte taxé, telles que :

« *Nombre des adresses* » ou « *Plusieurs adresses avec arrhes* »	Dans les télégrammes multiples.

Taxes à percevoir. . . . . francs. . . . . centimes dans les télégrammes à faire suivre; *ampliation*, si le télégramme est transmis par ampliation, ou les *indications spéciales* qui, dans les télégrammes-mandats, peuvent suivre et compléter le préambule.

En ce qui concerne la nature du télégramme, on la spécifie par les signes abréviatifs suivants :

	Dans le service intérieur.	Dans le service international.
Télégramme d'État ou officiel	Off.	S.
Dépêche de service de chemin de fer	Service fer.	»
Observations météorologiques	Obs.	Obs.
Télégramme ou avis de service	A	A.
Télégramme sémaphorique officiel.	Off. Sémaph.	S. Sémaph.
Télégramme sémaphorique privé	P. Sémaph.	P. Sémaph.
Télégramme privé ordinaire	P.	P.
Télégramme privé urgent international	»	D.

PRESSE-PAPIER ÉLECTRIQUE. — Petit appareil imaginé par M. Trouvé et fondé sur le même principe que ses bijoux animés (fig. 793).

Un socle contient une pile dont les pôles dépassent légèrement la face supérieure. Le



Fig. 793. — Presse-papier électrique.

presse-papier proprement dit renferme un petit électro-moteur destiné à animer un insecte, un papillon, un oiseau, qu'on aperçoit à travers une lentille plan-convexe. Dès qu'on pose le presse-papier sur son socle, les pôles du moteur se trouvent en contact avec ceux de la pile et l'animal emprisonné se met à battre des ailes. Le bruit produit par l'électro-moteur, la déformation des rayons lumineux par la lentille aident à l'illusion et l'on croit voir un papillon se débattant sous un globe pour recouvrer sa liberté.

PRESSE A PILE. — Petite borne de métal se fixant sur les électrodes de la pile pour y attacher les rhéophores. La figure 794 montre deux modèles destinés l'un au pôle positif, l'autre au pôle négatif.

PRESSION ÉLECTROSTATIQUE. — La répulsion naturelle des particules électrisées fait comprendre que, sur un conducteur, toute l'é-

lectricité doit être à la surface. De plus, elle doit y être distribuée de telle sorte que la force électrique en chaque point soit normale et dirigée vers l'extérieur. La couche d'électricité fait donc effort vers l'extérieur, comme pour chercher à occuper un volume plus grand. L'air, qui est isolant, s'oppose à cette expansion; mais l'électricité exerce sur lui une pression appelée *pression électrostatique*.

Cette pression est indépendante du signe de

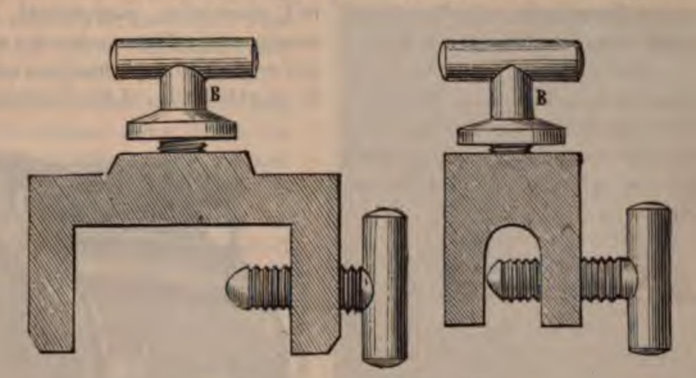


Fig. 794. — Presses à pile (Ducretet).

la charge et proportionnelle en chaque point au carré de la densité. Si la densité est σ, on démontre que la pression électrostatique est $2\pi\sigma^2$.

PRINCIPE DE CARNOT. — Le second principe de la thermodynamique a été indiqué par Carnot et porte son nom. Voici l'énoncé donné par Carnot (*Réflexions sur la puissance motrice du feu*, 1824) :

La puissance motrice (rendement) *de la chaleur est indépendante des agents mis en œuvre pour la réaliser; sa quantité est fixée par la température des corps entre lesquels se fait en dernier résultat le transport du calorique.*

Le rendement, c'est-à-dire le rapport de la chaleur absorbée ou travail produit, est donc indépendant de la nature du corps et ne dépend que des températures extrêmes.

Sir W. Thomson a montré qu'on peut déduire du principe de Carnot et du principe de la conservation de l'énergie un certain nombre de conséquences importantes relativement aux phénomènes magnétiques et électriques.

« 1° Si l'on opère à une température inférieure au rouge, mais assez élevée pour que le coefficient d'aimantation du fer soit décroissant, un morceau de fer doux doit s'échauffer quand on l'approche d'un aimant et se refroidir quand on l'éloigne. On suppose les mouvements assez lents pour éviter les courants d'induction.

« L'inverse aurait lieu aux températures ordinaires, si le coefficient d'aimantation, comme il semble probable, croît avec la température;

« 2° Le cobalt doit se comporter comme le fer : se refroidir quand on l'approche d'un aimant à la température ordinaire, et s'échauffer au contraire quand on opère à une température supérieure à celle du maximum d'aimantation.

« 3° Pour le nickel, il n'y a pas de maximun d'aimantation : à toute température, ce métal doit s'échauffer quand on l'approche et se refroidir quand on l'éloigne d'un aimant;

« 4° Dans un champ magnétique, un cristal se refroidit quand son axe de plus grande induction magnétique, ou de plus petite induction diamagnétique, passe d'une direction parallèle à une direction perpendiculaire à celle du champ.

« Les phénomènes pyroélectriques donnent lieu à des considérations analogues. » (Mascart et Joubert, *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*).

PROJECTEUR ÉLECTRIQUE. — Appareil d'éclairage employé depuis quelques années pour la télégraphie optique et pour l'éclairage des manœuvres militaires ou des navires.

On emploie en France le projecteur du colonel Mangin, qui est formé d'une lampe à arc placée au foyer d'un miroir aplanétique (fig. 795). Les charbons peuvent être réglés à la main au moyen du volant M et des vis VV'. Ce mode de réglage, qui semble grossier à première vue, a été préféré parce que l'appareil est ainsi plus robuste et plus capable de résister aux chocs que les régulateurs; il est parfaitement suffisant, parce qu'on n'a besoin en guerre que de périodes d'éclairage fort courtes,

pour ne pas donner à l'ennemi le temps de repérer la position. Cette lampe est disposée dans un tambour cylindrique, fermé au fond par un miroir formé d'un ménisque divergent dont la face postérieure est argentée. Les rayons de courbure des deux faces sont calculés pour donner au faisceau lumineux un parallélisme parfait, bien que l'ouverture du miroir soit presque égale à sa distance focale. Ce faisceau peut être rendu à volonté convergent ou divergent soit en déplaçant le foyer, soit en fermant l'ouverture du cylindre par des portes munies de lentilles convenables.

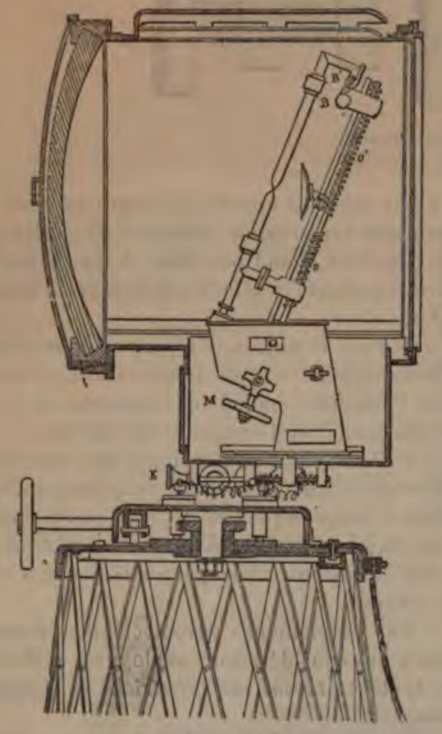


Fig. 795. — Projecteur Mangin.

Le projecteur Mangin est alimenté par une dynamo Gramme, du type DQ, pouvant donner 4000 carcels, commandée directement par un moteur Brotherood, muni d'une chaudière Field donnant une vaporisation très rapide.

L'appareil destiné aux côtes et aux places fortes porte à 7 ou 8 kilomètres. Il est muni d'un miroir de 0,90 m. d'ouverture. Il exige deux chariots : l'un, de 5000 kilogr., traîné par six chevaux, porte la chaudière, le moteur et la dynamo; l'autre, de 750 kilogr., portant le projecteur monté sur un pivot, est traîné par un seul cheval. Un câble double, enroulé sur un tambour, établit les communications. Le projecteur peut être descendu du chariot et placé sur un socle en treillis, appelé *crinoline;* deux hommes suffisent pour ce transport.

Il existe un modèle de campagne, dit appareil secondaire, comportant les mêmes éléments, mais d'une puissance moindre. Le miroir est de 0,60 m.; la machine est de 2500 carcels. La portée utile est de 4 kilomètres. Cet appa-

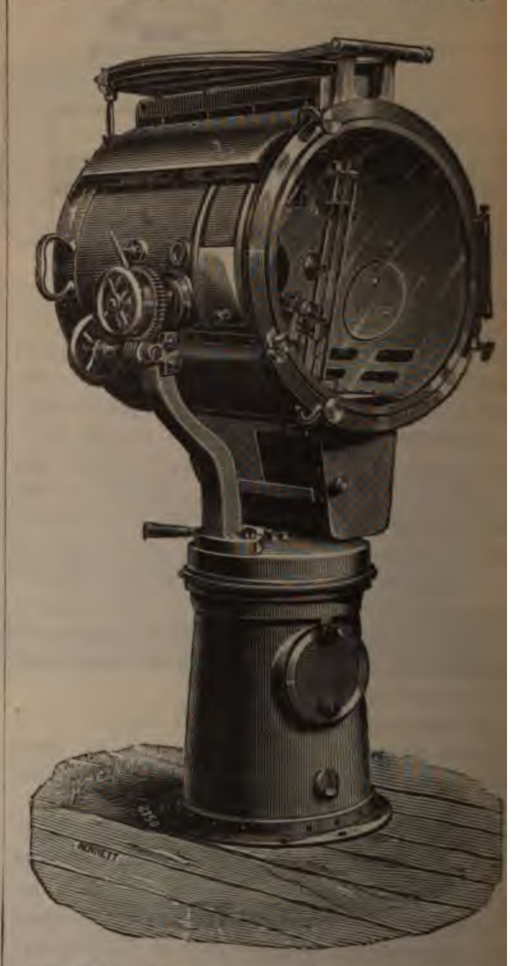


Fig. 796. — Projecteur anglais (Woodhouse et Rawson).

reil tend à remplacer le premier, dont le prix est trop élevé.

Un troisième modèle, dit de campagne, est destiné aux forts d'arrêt pour éclairer les points à battre au canon. Il peut servir aussi pour les les signaux optiques. Il a une puissance de 6[illegible] carcels. La voiture à deux roues peut être traînée par un seul cheval.

Le projecteur de l'armée allemande diffère peu des précédents. Il est muni d'un miroir en

on prétend parabolique, et qui rend les rayons d'une lampe à charbons ıx. Cette lampe est réglée à la main ıtiquement. Les deux porte-charbons les sur des rails. Le charbon positif ros que le négatif, de sorte qu'il s'use e quantité ; il tourne son cratère vers pour éviter les pertes de lumière.

ge automatique se fait par le système tte, qui fonctionne dans toutes les Les charbons sont fixés à deux noyaux ux coniques qui pénètrent plus ou fondément dans deux solénoïdes. Le nfermé dans une boîte métallique et charbons émergent seuls. Un jeu de ermet de rendre le faisceau diverortée est de 3500 mètres.

ure porte le projecteur, 100 mètres eux appareils télégraphiques de camtème Buckholtz, avec leur bobine à e câble, enfin une série d'outils; une hargée de la chaudière, du moteur et ynamos Siemens. Ce projecteur est ployé en Italie, en Belgique et en

ine anglaise emploie le projecteur qui ne diffère des précédents que iodifications de détail. La lampe est t inclinée, et la manœuvre est rensensible par des transmissions de ıt qui permettent à l'opérateur de di1 gré le faisceau lumineux.

TILES (RECHERCHE DES). — Voy. Ex- et BALANCE D'INDUCTION VOLTAÏQUE.

SEUR ÉLECTRIQUE. — Organe mémmandé par un moteur électrique et faire marcher l'appareil auquel il est s propulseurs ont été appliqués à la aquatique et aérienne.

bateaux (Voy. ce mot), on fait génésage d'hélices. Cependant, dans le ières peu profondes ou encombrées M. Trouvé emploie le propulseur à niques de M. Dupassieux (fig. 797). ppareil, les augets se comportent tout que les aubes ordinaires, à l'entrée rtie du liquide. La résistance à ces ients est tellement atténuée qu'elle considérée comme nulle; par suite le est très élevé. Le point d'appui du r résulte du coincement du liquide, par la grande ouverture de l'auget et petite.

e 798 montre un bateau de 9 mètres ır, sur lequel s'adaptent à volonté en quelques minutes, soit le propulseur précédent, soit le gouvernail-moteur propulseur décrit plus haut (Voy. BATEAU). Le moteur est mû par les piles Trouvé, placées à l'avant.



Fig. 797. — Propulseur à augets coniques.

Les propulseurs électriques à hélice ont été également appliqués à la navigation aérienne (Voy. AÉROSTAT).

PROTECTION ÉLECTRO-AUTOMATIQUE DES TRAINS. — On donne ce nom à tout système de dispositions électriques permettant aux trains de chemins de fer de manœuvrer automatiquement les appareils destinés à les protéger et de fournir à distance des indications sur la position qu'ils occupent. Un tel système donnerait évidemment une sécurité absolue, si l'on pouvait compter sur le fonctionnement certain des appareils; on éviterait ainsi tous les accidents provenant d'erreurs ou d'omissions de la part des employés.

En principe il suffit que le train, lorsqu'il passe en des points déterminés, ferme un circuit contenant le disque ou l'appareil quelconque qu'il s'agit d'actionner. Mais, dans la pratique, la réalisation de cette idée est loin d'être simple.

On a essayé de disposer le long d'un des rails une pédale sur laquelle appuie en passant la roue de la locomotive; ce mouvement produit la fermeture du circuit. Mais la pédale, frappée successivement par toutes les roues du train, peut être mise assez rapidement hors de service. Pour éviter cet inconvénient, on l'a associée à un soufflet qui laisse pénétrer librement l'air extérieur, au moment où la pédale est abaissée par la locomotive, et qui se ferme dès qu'elle tend à reprendre sa position. L'air s'échappe alors par un petit orifice assez lente-

ment pour que la pédale ne se relève complètement qu'après le passage du train. Malgré ce perfectionnement, les pédales et toutes les pièces mobiles sont trop susceptibles de subir des dérangements pour inspirer une sécurité absolue.

Une solution beaucoup plus simple a été indiquée par M. de Baillehache : elle consiste dans l'emploi d'une pièce de fer isolée, fixée parallèlement au rail et que la locomotive touche en passant. Cette disposition ne paraît sujette à aucun dérangement : elle a été expérimentée avec succès pendant l'Exposition de 1889, et adoptée depuis par plusieurs Compagn chemins de fer. (Voy. RAIL ISOLÉ, AVERT BLOCK-SYSTEM AUTOMATIQUE).

PROTOSISMOGRAPHE. — Appareil tra tant à un enregistreur les mouvements (Voy. SISMOGRAPHE.)

PUISSANCE. — La puissance d'un c électrique a pour mesure le produit de férence de potentiel par la quantité d'éle débitée en une seconde ou par l'intensit

Le Congrès de 1889 a adopté pour uni tique de puissance le *watt*, appelé quel



Fig. 798. — Bateau muni d'une hélice et d'un propulseur à augets.

volt-ampère. C'est la puissance correspondant au produit d'un volt par un ampère. Le watt vaut 10^7 unités C.G.S.

PULVÉRISATEUR ÉLECTRIQUE. — Cet appareil, exposé en 1889 par le Dr Huguet (de Vars), présente une application intéressante de l'électricité. Il sert à pulvériser, par une série de décharges, les liquides hygiéniques et antiseptiques destinés aux inhalations.

Il se compose d'une sphère de verre A, percée de quatre orifices B, B', B'', B''' (fig. 799) ; les deux premiers portent deux tubes CC', munis de réservoirs DD', dans lesquels on verse le liquide à pulvériser, et se terminant à l'intérieur par des tubes capillaires cc', qui about un centimètre l'un de l'autre. D'autre p ventilateur projette par B''' de l'air pur met les deux tubes CC' en communicati les deux pôles d'une machine de Wim dès qu'elle fonctionne, le liquide se di poussière extrêmement fine, et se mél l'air que le malade respire par l'ouvert

PYLONE HYDRO-ÉLECTRIQUE. — construit par la société *Électricité et Hyd* (de Liège) et contenant une installatio plète d'éclairage électrique (fig. 800).

Les pylônes se composent d'un soc mât élevé et d'une flèche en fer forgé

ant un ou plusieurs foyers électriques, d'intensité variable selon la hauteur du mât et les urfaces à éclairer.



Fig. 799. — Pulvérisateur du Dr Huguet (de Vars).

eu de craindre de le voir s'emporter en fonconnant à vide, ce qui pourrait conduire à sa estruction et à celle de la dynamo.

Le moteur est muni d'un régulateur destiné lui conserver une vitesse absolument constante, quelles que soient les variations du travail électrique et celles de la pression d'eau.

Le socle renferme un appareil dit *dynamo-hydromoteur*, consistant en une turbine, qui travaille par la pression des eaux de la ville, et une dynamo dont l'armature mobile est directement montée sur l'arbre du moteur. Deux atmosphères suffisent à la marche du moteur, et le rendement est de 72 à 74 p. 100. Chaque pylône peut alimenter un ou plusieurs foyers à arc voltaïque, ou bien un lustre de lampes à incandescence. Chaque foyer est muni d'un dérivateur automatique qui intercale, au lieu et place du régulateur, un rhéostat d'égale résistance, lorsque, par une cause quelconque, le courant vient à être interrompu dans la lampe. Si la machine faisait défaut, un déclencheur agirait automatiquement et fermerait instantanément l'admission d'eau. Le moteur n'est donc jamais abandonné à lui-même, et il n'y a pas



Fig. 800. — Pylone hydro-électrique.

A Liège, plusieurs de ces pylônes sont installés au parc d'Avroy. Ils sont de 3500 bougies; les dynamos donnent 27 ampères et la durée

des lampes est de 16 heures; la pression hydromotrice est de 4 1/2 atmosphères.

PYROÉLECTRICITÉ. — Électricité produite par un cristal de tourmaline que l'on chauffe. Ce cristal se comporte alors comme un élément de pile ayant une très grande force électromotrice et une très grande résistance intérieure. En reliant les deux bouts par un fil conducteur, on obtient un courant.

La force électromotrice de différentes parties d'un même cristal est proportionnelle à la longueur, et les courants produits varient avec la section transversale moyenne, c'est-à-dire en raison inverse de la résistance. Ces propriétés ont été étudiées par M. Gaugain.

La polarité de la tourmaline ne dépend pas de la température, mais de sa variation. Supposons qu'en chauffant un cristal l'une des extrémités A devienne positive et l'autre B négative. Si on décharge ce cristal en le touchant avec les doigts, et qu'on le laisse refroidir, en revenant à sa température initiale, l'extrémité B devient positive et A négative. Le pôle A est dit *analogue* et B *antilogue*.

La tourmaline n'est pas le seul cristal pyroélectrique. La topaze, l'émeraude du Brésil, la boracite, l'oxyde de zinc, le spath calcaire, le béryl, le spath fluor, le quartz, etc., possèdent la même propriété, mais à un degré moindre. Haüy a remarqué le premier que les cristaux pyroélectriques dérogent à la loi de symétrie; ils présentent ordinairement l'hémiédrie à faces inclinées ou *tétraédrique*. Il paraît exister une relation constante entre ce genre d'hémiédrie et la pyroélectricité.

PYROÉLECTRIQUE. — Se dit des cr
qui s'électrisent sous l'influence des vari
de température.

PYROGRAVURE. — Procédé employé
décorer le bois, le cuir, le verre, en grava
substances à l'aide d'une pointe de méta
gie au feu, ou d'un fil de platine traver
un courant électrique.

PYROMAGNÉTIQUE (Générateur et M
— Voy. Générateur et Moteur.

PYROMÉNITE. — Avertisseur d'incendi
giné par M. Forgeot : un ressort, mai
d'ordinaire par une goupille en alliage f
devient libre par la fusion de cette goup
vient fermer un circuit contenant une
nerie.

PYROMÈTRE ÉLECTRIQUE. — M. Sien
plusieurs autres inventeurs ont imagi
pyromètres fondés sur la variation de la
tance électrique du platine avec la tempé
Ces appareils ne donnent pas de bons rés
parce qu'il se produit des changements
moléculaire, qui influent sur la valeur
résistance.

PYROPHONE. — Le pyrophone de M. K
est formé d'une série de tuyaux sono
verre mis en vibration par de petites fl
de gaz, comme dans l'expérience de l'h
nica chimique. Chaque tube renferme
flammes de gaz mobiles; pour faire pa
tuyau, il faut séparer ces flammes. L'éle
intervient pour produire l'écartement de
chaque système de becs est commandé p
mature d'un électro-aimant.

Q

QUADRANT. — On donne ordinairement ce nom à l'unité pratique de coefficient de self-induction, qui vaut 10^9 unités C.G.S. La même unité reçoit parfois en Angleterre le nom de *secohm* et en Amérique celui de *henry*.

QUADRUPLEX. — Système de transmission télégraphique permettant de transmettre quatre dépêches à la fois, deux dans un sens et deux dans l'autre.

QUANTITÉ D'ÉLECTRICITÉ. — Syn. de masse et de charge électrique.

L'unité de quantité d'électricité dans le système électrostatique est la quantité d'électricité positive qui, agissant sur une quantit
placée à un centimètre, la repousse av
force égale à une dyne.

L'unité pratique employée le plus souv
le coulomb.

*Quantité d'électricité mise en mouvem
l'induction.* — La quantité totale d'élec
mise en mouvement par l'induction est
au quotient de la variation totale du flux
résistance du circuit. Elle ne d
temps qu'a duré la variatio
dont elle s'est faite.

Mesure des quan

vent se mesurer d'une part à l'aide
ance de Coulomb et des électromètres,
part à l'aide d'un galvanomètre balis-
ns le cas des courants, on peut dé-
te mesure de celle de l'intensité. Les
s d'électricité servent aussi à mesurer
ités d'électricité.

ITÉ (MONTAGE EN). — Voy. COUPLAGE et

QUANTITÉ DE MAGNÉTISME. — Syn. de masse magnétique. (Voy. AIMANT.)

L'unité de quantité de magnétisme ou unité de pôle est la quantité qui agit sur une quantité égale placée à un centimètre avec une force d'une dyne.

QUARTZ. — Le quartz s'électrise quand on le comprime. (Voy. PIÉZO-ÉLECTRICITÉ.)

R

TIONS CALORIFIQUES (MESURE DES).
HERMOMÈTRE.

MÈTRE ÉLECTRIQUE. — Le radio-
naginé par M. Crookes, se compose
pient en verre dans lequel on a fait un
parfait, et qui contient un petit mou-
né de quatre palettes en aluminium,
sur une de leurs faces, et pouvant
utour d'un axe vertical. Il suffit qu'un
umineux ou calorifique vienne frapper
es pour produire la rotation.

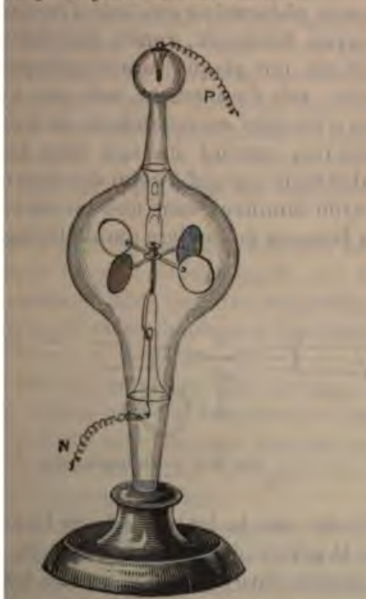


Fig. 801. — Radiomètre électrique.

iomètre électrique (fig. 801) sert à
es propriétés de la matière radiante
not); il a des palettes en aluminium,
de mica sur une de leurs faces. La chape sur laquelle porte l'axe de rotation est en acier dur au lieu d'être en verre, et la pointe sur laquelle il pivote est reliée par un fil métallique avec une électrode de platine scellée dans le verre. Au sommet de l'appareil est fixée une seconde électrode : ces deux électrodes communiquent avec une bobine d'induction, de manière que l'arbre mobile représente le pôle négatif.

« La pression la plus convenable est un peu supérieure à celle pour laquelle l'espace sombre qui entoure le pôle négatif s'étend jusqu'aux parois de la boule de verre. Lorsque la pression n'est plus que de quelques millimètres de mercure, le courant d'induction produit sur la face métallique des disques un halo de lumière violette veloutée, tandis que la face couverte de mica reste obscure. A mesure que la pression diminue, on voit un espace sombre séparer le halo du métal. A la pression d'un demi-millimètre, cet espace sombre s'étend jusqu'au verre et la rotation commence. En continuant à faire le vide, l'espace sombre s'élargit encore et semble s'aplatir contre le verre, et la rotation devient très rapide.

« L'appareil (fig. 802) sert à montrer la force mécanique de la matière radiante lancée du pôle négatif. Le moulinet *bb* est formé de quatre palettes carrées de mica mince et transparent, portées par de légers bras d'aluminium, fixés à une petite chape de verre qui repose sur une pointe d'aiguille terminant la tige *a*. Les palettes sont inclinées à 45°. Au-dessous du moulinet est fixé un anneau en fil de platine très fin *cc*, dont les extrémités traversent le verre en *dd*. Une électrode d'aluminium *e* est scellée au haut de l'ampoule, dans laquelle le vide a été poussé très loin. Si l'on relie l'anneau *c* au

pôle négatif d'une bobine d'induction et le fil *e* au pôle positif, les palettes se mettent à tourner très vite.

« Ce radiomètre permet de faire une autre



Fig. 802. — Radiomètre à palettes inclinées.

expérience. On enlève la bobine d'induction et l'on attache les deux bouts *dd* du fil de platine aux pôles d'une pile suffisante pour faire rougir l'anneau. Le moulinet se met à tourner aussi vite que sous l'influence de la bobine.

« Dans un vide presque parfait, la matière radiante est donc non seulement excitée par le pôle négatif d'une bobine d'induction, mais un fil porté au rouge la met en mouvement avec une force suffisante pour faire tourner les palettes inclinées. » (GORDON, *Traité d'électricité*.)

M. Baur a donné le nom de radiomètre à un thermomètre formé de deux bandes d'étain, enroulées en spirale sur les deux faces d'un cylindre de bois. Ces deux feuilles formant les deux branches d'un pont de Wheatstone, la résistance de l'une d'elles varie si elle est frappée par des radiations calorifiques : cette variation de résistance permet de mesurer l'échauffement. Nous décrivons à l'article THERMOMÈTRE une disposition analogue.

RADIOMICROMÈTRE. — Thermomètre électrique imaginé par M. Vernon-Boys et destiné à mesurer de très faibles variations de température. Il est formé d'une croix dont le centre est en antimoine et les bras en bismuth. Quatre fils de cuivre, partant des extrémités de ces bras, vont aboutir à un anneau de même métal, parallèle au plan de la croix. Ce petit circuit thermo-électrique est placé sur un pivot entre les deux pôles d'un aimant. Quand une des branches de la croix s'échauffe, l'appareil se met à tourner. M. Vernon-Boys a construit sur ce principe un galvanomètre, composé d'un élément thermo-électrique, formé de deux fils soudés et suspendu dans un champ magnétique. Cet instrument peut remplacer le bolomètre; d'après l'auteur, il accuserait un quatre-vingt-dix millionième de degré, ce qui correspond à une force électromotrice d'environ un dix millionième de microvolt.

RADIOPHONE. — Appareil qui produit un son lorsqu'il est frappé par des radiations calorifiques, lumineuses ou chimiques. Suivant la nature des radiations employées, M. Cornu divise les radiophones en thermophones, photophones et actinophones. Les premiers peuvent être constitués par la plupart des gaz ou des vapeurs ; la vapeur d'iode et le peroxyde d'azote sont surtout sensibles aux radiations lumineuses. Enfin on ne connaît pas d'actinophones.

Il existe d'autres appareils dans lesquels la transformation se fait indirectement : tel est le photophone à sélénium de Bell, décrit plus haut (Voy. PHOTOPHONE).

RADIOPHONIE. — M. Mercadier a donné ce nom à un phénomène qui peut s'énoncer ainsi : un rayon lumineux, rendu intermittent, qui tombe sur une plaque mince appliquée contre l'oreille, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un tube en caoutchouc et d'un cornet acoustique, produit un son dont le nombre de vibrations est égal à celui des intermittences du rayon lumineux dans une seconde.

Un faisceau de lumière parallèle (fig. 803) est

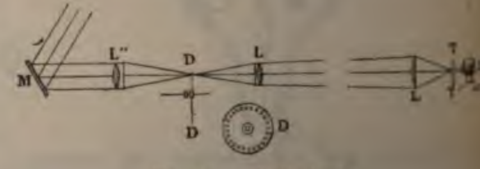


Fig. 803. — Radiophonie.

concentré par la lentille L'' sur le bord d'une roue D percée d'orifices disposés en cercle; il est ensuite envoyé sur une plaque T d'ébonite, de zinc ou de toute autre substance, fermant l'orifice d'un tube dont l'autre extrémité est maintenue contre l'oreille de l'observateur A. Si l'on fait tourner la roue D, le faisceau lumineux tombe sur la plaque T chaque fois qu'il rencontre un des orifices de cette roue; il est

dans l'intervalle. Le son perçu est que dans l'expérience analogue faite lénium (Voy. ce mot). On peut même lirectement dans l'oreille le rayon intermittent, et on entend encore un ayons calorifiques donnent aussi nais- son faible.

d'un disque métallique perforé, il est d'employer un disque de verre plein, d'une feuille de papier opaque, dans n découpe des ouvertures pour le s rayons. On évite ainsi le bruit pro- frottement de l'air contre les ouver- pourrait empêcher d'entendre le son. ssi faire usage d'un disque ayant plu- es d'ouvertures, placées sur des cir- s concentriques : on obtient ainsi des auteur différente, si la lumière tra- essivement les diverses séries de es accords si elle les traverse simul- Le récepteur le plus commode est en bois, formé de deux parties qui ne dans l'autre à frottement et qui ent entre elles la lame en expérience. le caoutchouc relie ce cornet à un ustique en bois, qu'on place contre

adier résume ainsi ses recherches : diophonie ne paraît pas être un effet ar la masse de la lame réceptrice ansversalement dans son ensemble. e plaque vibrante ordinaire, car une onque reproduit également bien tous uccessifs, des plus graves aux plus es accords dans tous les tons pos-

ture des molécules du récepteur ne avoir un rôle prédominant, car, à et surface égales, tous les récepteurs es sons de même hauteur et de même

hénomène semble résulter principa- ne action exercée à la surface du car toute opération qui diminue le flecteur et augmente le pouvoir ab- croît l'intensité du son.

hénomène dépend directement de la e radiations reçues par le récepteur. e en effet l'intensité du son en dimi- quantité de radiations à l'aide de es.

ons radiophoniques sont produits nent par les radiations de grande l'onde, dites calorifiques.

donc, comme dans le radiomètre, une transformation de l'énergie thermique des radiations.

RAIL ISOLÉ (CONTRE-). — Disposition imaginée par M. E. de Baillehache pour assurer la sécurité des trains de chemins de fer, et qui peut s'appliquer dans un grand nombre de cas. Cet appareil est d'une simplicité extrême : il consiste en une plaque de tôle d'acier de 4,5 millimètres d'épaisseur, isolée par des plaques de caoutchouc, qui est fixée parallèlement au rail et à une très petite distance, de sorte que les roues de la locomotive en passant établissent un contact métallique entre les deux pièces. Le contre-rail est relié par un fil avec l'appareil de protection (sonnerie, etc.) et avec une pile dont l'autre pôle est à la terre : le passage du train ferme donc le circuit. Le contact ainsi établi est toujours bon, car le frottement des roues met toujours à nu les surfaces des rails, même lorsqu'elles sont salies, oxydées ou couvertes de neige. En réalité, il peut se faire que souvent le contre-rail ne soit pas parfaitement isolé et qu'un courant continu traverse le circuit; mais il suffit de disposer l'appareil de protection pour que ce courant, beaucoup plus faible que celui qui est établi par le contact métallique des roues, ne le fasse pas fonctionner.

La figure 71 montre en détail la disposition d'un contre-rail isolé; nous nous bornerons donc à indiquer ici les principales applications de cette ingénieuse invention. Nous avons déjà signalé son emploi pour les passages à niveau; voici une disposition nouvelle, perfectionnée tout récemment par l'inventeur (fig. 804). Deux sonneries de timbre différent sont placées au gardiennage du passage; chacune d'elles est reliée avec trois contre-rails, placés à des distances connues. On voit en outre deux fils de ligne, partant de la gare la plus voisine, où sont placés un téléphone, un interrupteur, un bouton de sonnerie et deux piles, mises à la terre par un de leurs pôles. Cette disposition est surtout utile pour les lignes à une seule voie. Le garde-barrière saura si le train vient de A ou de B, suivant qu'il entendra d'abord la sonnerie à timbre circulaire ou la sonnerie conique; de plus, il sera averti trois fois. Cette disposition peut servir aussi à contrôler la marche du train et à mesurer sa vitesse, ou bien à lui permettre d'actionner d'autres appareils de protection, par exemple à faire apparaître au passage à niveau un écriteau : *Défense de passer*, et à effacer ce signal lorsqu'il a franchi la barrière.

Le téléphone peut être mis dans le circuit à l'aide de l'interrupteur. Il permet à la gare A de suivre la marche du train ; car les vibrations des sonneries se répercutent dans le téléphone lorsque le train franchit les contre-rails. On entend donc passer le train dans le téléphone,

et l'on peut même, avec un peu d'habi compter le nombre des wagons et savoir train est composé uniquement de wagons naires, ou s'il renferme des voitures mont grand écartement sur quatre paires de r

La seconde pile qu'on voit à la gare A es

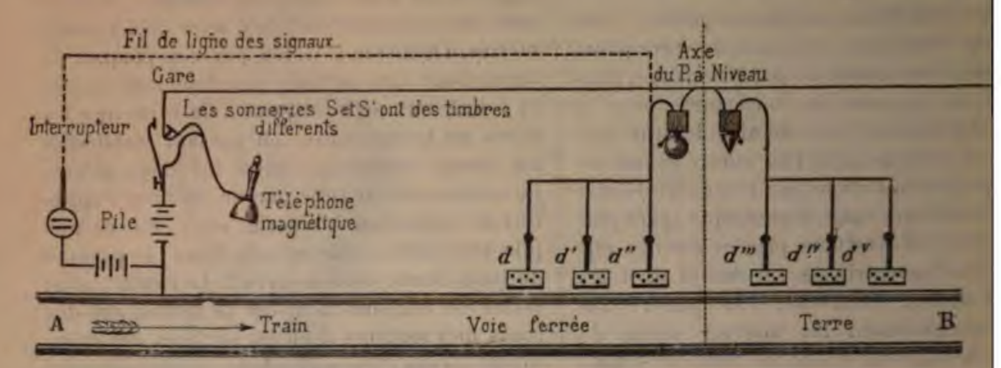


Fig. 804. — Application du rail isolé aux passages à niveau.

pile de secours, qui peut renforcer la pile ordinaire s'il en est besoin. On utilise alors le fil de ligne marqué en pointillé.

Si un accident est à craindre, une collision par exemple sur voie unique, on peut, de la gare A, en pressant sur le bouton de sonnerie figuré à la gauche du dessin, fermer un circuit complètement métallique. Le courant part de la pile,

passe dans le bouton, suit le fil pointillé, dans la sonnerie du côté du marteau, pass suite sur le fil plein, de là dans l'interru en contact avec l'autre pôle de la pile. Da cas, le contre-rail n'est pas utilisé, et le c est complètement métallique. En prolon le fil pointillé jusqu'au dernier passage à ni et par un montage analogue, on arriver

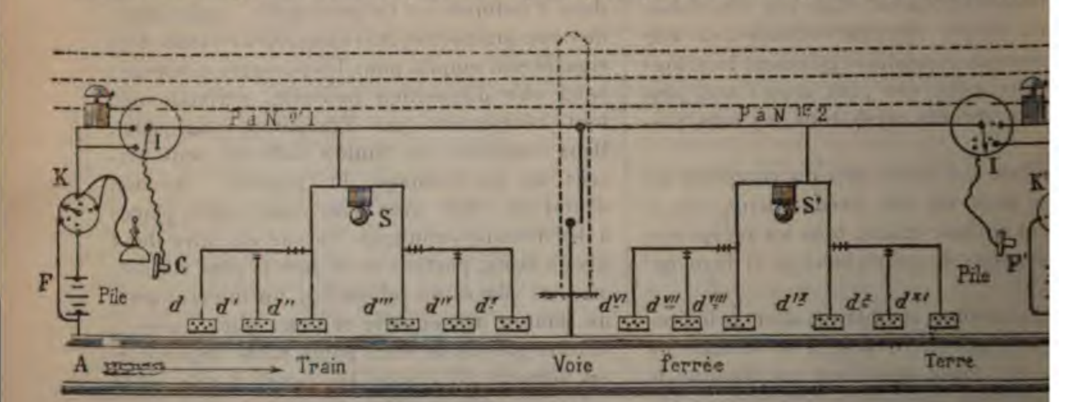


Fig. 805. — Application du rail isolé au block-system.

commander, de la gare A, toutes les sonneries à timbre circulaire ou conique de la section, ou, ce qui serait préférable, des cloches d'alarme placées, suivant la déclivité du terrain, en des points variables ; la mise en branle de ces cloches serait, pour les mécaniciens, un signal d'arrêt absolu. On aurait ainsi une sécurité complète.

Le même système peut s'adapter au b system ; la figure 805 montre la dispos d'une section ; A et B sont les postes qui tent cette section. On a supposé qu'elle ferme deux passages à niveau, munis chac deux sonneries ayant des timbres différ comme dans le cas précédent.

Le contact des roues avec les contre-rai

tionne l'une des sonneries du passage à niveau, et les sonneries des postes A et B ; ceux-ci peuvent donc contrôler facilement la marche du train. Les piles se trouvent supprimées aux passages à niveau, et l'on peut même supprimer le gardiennage de ces passages, en faisant mouvoir les barrières automatiquement par les contre-rails. Les postes A et B sont munis de téléphones qu'ils peuvent introduire à volonté dans le circuit, au moyen des commutateurs à manette KK'. CC' sont des fiches métalliques servant au même usage, lorsqu'on remplace les commutateurs à manette par des commutateurs bavarois.

Enfin l'on voit, au milieu de la section, un poteau avec deux fils verticaux, dont l'un est soudé au fil de ligne et terminé par une borne, et l'autre en relation avec le rail, c'est-à-dire avec la terre, et également terminé par une borne. Cette disposition permet de créer de postes de secours très économiques, et par con séquent de les multiplier. En cas de détresse, l chef de train n'a qu'à réunir les deux borne par un interrupteur, pour avertir les postes A et B par des appels de sonnerie distincts e conventionnels. Il peut également adapter au deux bornes un appareil téléphonique, et s mettre en relation avec ces postes, ou avec l gare la plus voisine.

Ce système peut être adapté aux poteau télégraphiques; il évite au chef de train de s déplacer, ou d'envoyer son garde-frein deman der du secours à un poste éloigné, lorsque l train se trouve arrêté, par exemple dans l neige.

La figure 806 montre la disposition du contre rail isolé dans le cas d'une bifurcation. Ce rai est placé à 1200 mètres environ du disqu

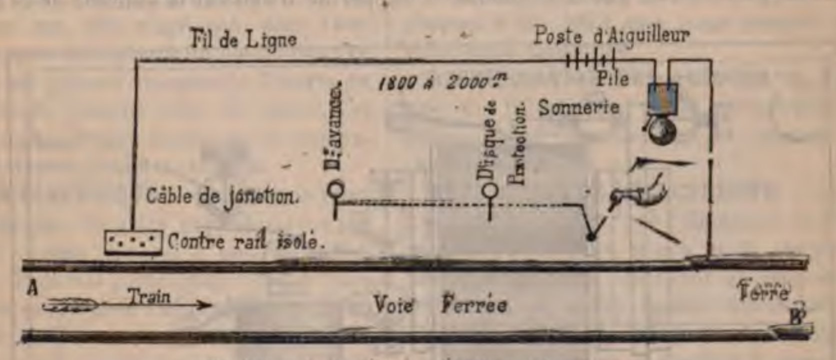


Fig. 806. — Application du rail isolé aux bifurcations.

avancé. En admettant que le train ait une vitesse de 60 kilomètres à l'heure, l'aiguilleur aura donc 1 min. 20 sec. pour faire son disque avancé. Ce temps suffit parfaitement pour assurer un bon service d'exploitation.

Il arrive aussi parfois qu'un mécanicien brûle un signal, c'est-à-dire ne voit pas que le disque est fermé, et continue sa marche. Afin d'appeler l'attention du mécanicien, les disques avancés sont munis de pétards. C'est là une bonne précaution, mais elle ne suffit pas toujours; et il serait intéressant pour la sécurité de placer, à 20 mètres du disque avancé, un second avertisseur, qui actionnerait soit la même sonnerie que le premier contre-rail isolé, soit de préférence une sonnerie d'un timbre différent. On pourrait même facilement prendre une disposition électrique qui permettrait, si on le préférait, de ne faire tinter cette seconde sonnerie, dite d'alarme, que si, le disque étant à l'arrêt, le mécanicien avait passé outre.

Dans ce cas, il ne serait pas superflu que l sonnerie d'alarme du poste de l'aiguilleur fû remplacée par un relai, qui actionnerait e même temps, lorsque le *voyant* tomberait, un cloche placée sur le quai des voyageurs, à l gare où une collision pourrait être à redouter

L'espace compris entre le disque avancé et l poste de l'aiguilleur est environ de 1800 mè tres. Admettons que ce poste d'aiguilleur soit 300 mètres de la gare : le chef de gare serai donc prévenu 2 minutes au moins avant qu'un collision soit à redouter, dans l'hypothèse o le mécanicien qui aurait brûlé le signal mar cherait avec une vitesse de 60 kilomètres l'heure.

Le contre-rail a été appliqué avec le plu grand succès au chemin de fer Decauville, pen dant l'Exposition de 1889. L'exploitation de c chemin de fer était des plus difficiles. Dan l'après-midi, les trains partaient sans heure ré glée, dès qu'ils étaient remplis. En certain

points, les courbes et la faible largeur de la voie ne permettaient aux mécaniciens d'apercevoir les disques qu'à une distance de 25 mètres. Dans ces conditions exceptionnellement dangereuses, l'emploi du contre-rail isolé a permis d'avertir régulièrement les gares et les passages à niveau, et l'on a pu faire passer jusqu'à deux cent cinquante trains en douze heures, sans avoir aucun accident à déplorer. A la suite d'une expérience aussi concluante, cet appareil a été adopté par les chemins de fer d'Orléans et de l'Etat.

RANGE. — Mot tiré de l'anglais. Soit i l'intensité minima qui est nécessaire pour actionner un récepteur électro-magnétique, et I l'intensité maxima qu'il peut supporter sans inconvénient; le range de cet appareil est $\frac{I}{i}$.

RAPPEL. — Appareil permettant d'attaquer un poste avec lequel on n'est pas en communication permanente. Soient trois postes successifs A, B, C; un rappel est embroché sur la ligne en B. Si A envoie, par exemple, un courant posi-

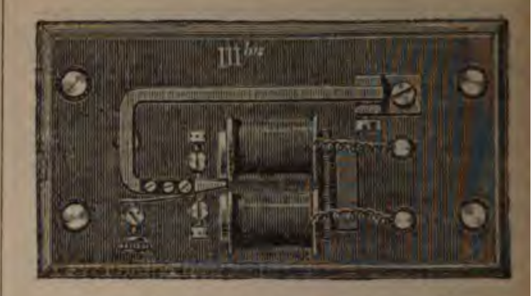


Fig. 807. — Rappel par inversion de courant.

tif, ce courant traverse le rappel sans produire aucune action, et se rend au poste C qu'il attaque. Si le courant envoyé par A est négatif, le rappel de B agit sur la sonnerie de ce poste, et

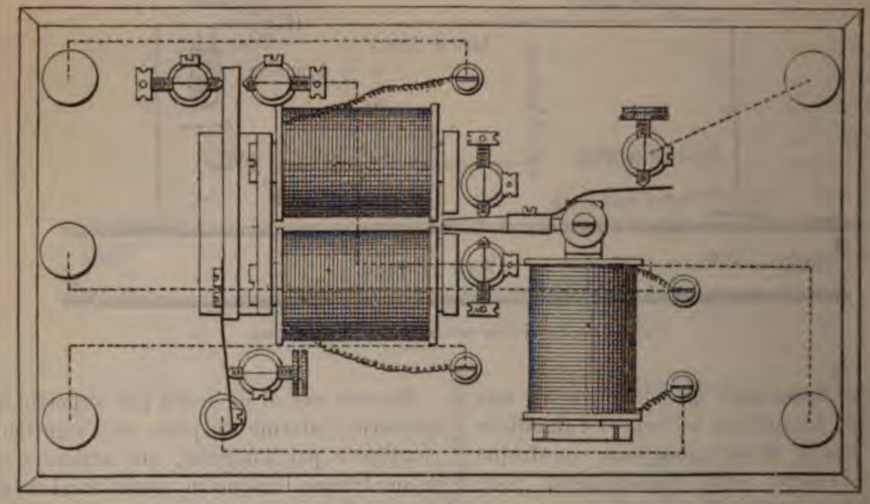


Fig. 808. — Rappel sans aimant de M. G. Dumont.

l'avertit qu'il est attaqué. Le poste C pourra attaquer de même A ou B, en envoyant un courant négatif s'il s'adresse à A, positif s'il veut agir sur le rappel placé en B. Les rappels fonctionnent donc par inversion de courant.

Les bureaux municipaux de l'État emploient un rappel formé d'un électro-aimant et d'un aimant permanent (fig. 807); celui-ci, qui est recourbé, porte à l'une de ses extrémités une palette de fer doux, s'aimantant sous l'action du pôle voisin. Cette palette peut osciller entre les deux pôles très rapprochés de l'électro-aimant, qui est embroché sur la ligne réunissant les deux postes considérés. Tant que l'électro reçoit des courants d'un certain sens, la palette est attirée vers l'un des pôles; quand il reçoit des courants de sens contraire, elle se précipite vers l'autre pôle. Dans l'un des cas seulement, elle vient toucher un buttoir, et ferme un circuit local contenant une sonnerie.

Les aimants sont exposés à perdre leur magnétisme sous l'influence d'un orage, ou pour toute autre cause. Aussi a-t-on essayé de faire des rappels sans aimant. MM. Grassi et Beux ont exposé, en 1881, un rappel dont l'aimant était remplacé par un électro-aimant, actionné par une pile locale.

M. G. Dumont a perfectionné cet appareil, et

donné la forme représentée par la figure Deux électro-aimants droits, parallèles, mbrochés sur la ligne; ils sont enroulés s contraire, de sorte que le passage d'un t donne aux noyaux des polarités oppo- gauche de ces électros se trouve une ar- ordinaire. A droite, entre les deux pôles res, qui sont très rapprochés, oscille une tte de fer doux, articulée à l'extrémité au d'un électro-aimant local, qui reçoit rant toujours de même sens, et agit l'aimant fixe de l'appareil précédent. qu'un courant est lancé dans la ligne, ture de gauche est attirée par les pôles , ferme le circuit d'une pile locale sur sième électro-aimant, et donne à la lan- mobile une polarité qui est toujours la quel que soit le sens du courant de ligne. languette, suivant le sens du courant, cipite vers l'un ou l'autre des pôles voi- ans un cas, elle n'agit pas; dans l'au- le actionne la sonnerie du poste. Dans ce r cas, un ressort antagoniste l'écarte du dès que le courant cesse de passer. Cet il est employé avec succès par la Compa- l'Est depuis plusieurs années.

CTION ÉLECTRIQUE. — On nomme réac- n médecine, les actes physiologiques par ls un organe répond à une excitation nque. Tout état pathologique d'un organe odifier sa réaction. Les réactions peuvent servir utilement au diagnostic. Nous s à signaler ici que les réactions électri- qui sont d'ailleurs les plus connues. Les téressantes sont celles des nerfs et des s; on peut les exciter à l'aide du courant ique ou du courant faradique.

ENSEUR ÉLECTRIQUE. — Appareil des- additionner et classer rapidement les in- ns recueillies dans un recensement. Ces gnements sont relevés sur des cartes de uniforme. Les cartes sont introduites une dans l'appareil, qui a l'apparence d'un steur à levier de grandes dimensions, avoir été percées avec des épingles aux correspondant aux indications relevées. une carte est mise dans le recenseur, épingle plonge dans un godet de mer- t ferme un circuit qui contient un récep- u genre Morse. Dans chaque récepteur ié, une aiguille avance d'une division sur ran. Les renseignements sont donc re- s et totalisés automatiquement à chaque e levier. En même temps, le levier rabat, yen d'un électro-aimant, le couvercle d'un compartiment formant classeur, de sorte que toutes les cartes ayant des indications communes, l'âge par exemple, sont réunies en un même paquet. Chaque compartiment porte un cadran indiquant automatiquement le nombre des cartes qu'il contient.

RÉCEPTEUR. — Partie d'un appareil télégraphique servant à recevoir les dépêches.

RÉCEPTION. — Action de recevoir une dépêche ou de la traduire en langage ordinaire, lorsqu'elle est écrite en signes conventionnels.

RÉCEPTRICE. — Machine dynamo-électrique qui reçoit un courant électrique et fonctionne comme moteur (Voy. Machine, Moteur, Transmission de l'énergie).

RECHARGEUR. — Sir W. Thomson a nommé *replenisher* ou rechargeur une sorte de petite machine électrostatique disposée à l'intérieur de son électromètre absolu (Voy. ce mot), et destinée à maintenir constant le potentiel du plateau A (fig. 305); une *jauge* permet de vérifier cette constance.

RECTIFICATION DES ALCOOLS. — Application de l'électrolyse à la désinfection des phlegmes et des alcools de mauvais goût (Voy. Alcools).

RÉFRACTION DE L'ÉLECTRICITÉ. — M. Tribe a constaté, en 1881, que l'électricité se réfracte comme la lumière, le son et la chaleur. Au milieu d'une cuve contenant un électrolyte, il intercalait un autre liquide limité par deux cloisons poreuses, faisant un angle variable avec les parois de la cuve. Il étudiait la direction du mouvement électrique, en suspendant des plaques métalliques entre les électrodes.

RÈGLEMENT. — On trouvera aux mots Abonnement, Taxe, etc., des extraits de différents règlements intéressant l'électricité. Nous citerons ici un règlement publié en juin 1888 et relatif à l'établissement des conducteurs pour l'éclairage et le transport de la force.

Art. 1er. — Les conducteurs électriques destinés au transport de la force ou à la production de la lumière ne peuvent être établis qu'après une déclaration adressée deux mois à l'avance au préfet du département ou au préfet de police dans le ressort de sa juridiction. Cette déclaration est enregistrée à sa date; il en est donné récépissé. Elle est communiquée sans délai au chef du service local des postes et télégraphes; elle est transmise par ses soins à l'Administration centrale chargée d'assurer l'exécution du décret du 27 décembre 1851.

En cas d'urgence, et en particulier dans le cas d'installation temporaire, le délai de deux mois prévu au paragraphe précédent peut être abrégé par le préfet, sur la proposition du chef du service des postes et télégraphes.

Art. 2. — Sont exemptées de la formalité de la

déclaration préalable les installations faites à l'intérieur d'une même propriété, lorsque la force électromotrice des générateurs ne dépasse pas 60 volts pour les courants alternatifs de 500 volts pour les courants non alternatifs.

Art. 3. — La déclaration prévue à l'article 1er doit être accompagnée d'un projet détaillé de l'installation indiquant la nature du générateur d'électricité, le maximum de la différence de potentiel aux bornes de la machine, le maximum de l'intensité à distribuer dans chaque branche de circuit, la spécification des conducteurs employés et les précautions prises pour les isoler et les mettre hors de portée du public. Elle est également accompagnée d'un tracé de la ligne et, s'il y a lieu, d'un tracé du dispositif de la distribution ; les parties distinctes de la ligne et de la distribution sont désignées par une série régulière de lettres et de numéros d'ordre.

Toute modification d'une installation déclarée donne lieu à une nouvelle déclaration dans les conditions prévues à l'article 1er.

Art. 4. — Les machines génératrices doivent être placées dans un local où les conducteurs soient bien en vue; elles doivent être convenablement isolées.

Si les courants émis sont de nature à créer des dangers pour les personnes admises dans ce local, les conducteurs sont placés hors de la portée de la main; dans les parties où cette condition ne peut être réalisée, ils sont garnis d'enveloppes isolantes. Dans les cas où, à raison de la nature des courants et de l'importance des forces électromotrices obtenues, ces dangers seraient particulièrement graves, il doit être prescrit par le règlement intérieur de l'exploitation, pour les ouvriers de service, des précautions particulières, telles que l'emploi de gants en caoutchouc.

Une affiche, apposée d'une manière très apparente dans la salle des machines, indique les consignes qui doivent être observées par les ouvriers en vue d'assurer leur sécurité.

Art. 5. — L'usage de la terre et l'emploi des conduites d'eau ou de gaz pour compléter le circuit sont interdits.

Art. 6. — Dans chacune des sections du circuit, le diamètre des conducteurs doit être en rapport avec l'intensité des courants transportés, de telle sorte qu'il ne puisse se produire, en aucun point, un échauffement dangereux pour l'isolement des conducteurs ou pour les objets voisins. Les raccords doivent être établis de façon à ne pas introduire dans le circuit des points faibles au point de vue mécanique ou présentant une résistance électrique dangereuse.

Art. 7. — Les fils doivent être suffisamment éloignés des masses conductrices, en particulier des tuyaux d'eau ou de gaz, pour qu'il ne puisse se produire de phénomènes dangereux d'induction.

Les fils employés peuvent être nus ou recouverts d'une enveloppe isolante ; dans le cas où les fils sont nus, ils ne doivent jamais être à la portée de la main, même sur les toits.

Aux points d'attache qui, par leur position, présentent quelque danger, les fils doivent être revêtus d'une enveloppe isolante. L'emploi de fils recouverts est également obligatoire toutes les fois que les conducteurs sont posés sur des appuis supportant des communications télégraphiques ou téléphoniques à fil nu. Il en est de même dans toutes les parties du tracé où les conducteurs croisent une ligne télégraphique ou téléphonique, ou passent à une distance de moins de deux mètres d'une de ces lignes, ou enfin passent à une distance de moins d'un mètre des masses conductrices, telles que tuyaux d'eau ou de gaz.

Art. 8. — A l'intérieur des maisons, les conducteurs sont soumis aux dispositions suivantes : s'ils ne sont pas recouverts d'une enveloppe isolante, ils doivent être placés d'une façon bien apparente, hors de la portée de la main, et posés sur des isolateurs ; au passage des toits, planchers, murs et cloisons ou dans le voisinage de masses métalliques, ils sont toujours recouverts ; ils doivent, en outre, être encastrés dans une matière dure sur les points où ils sont exposés à des détériorations par le frottement ou toute autre cause destructive. Dans la partie de leur trajet où ils sont invisibles, ils doivent être disposés de façon a être à l'abri de toute détérioration ; leur position est repérée exactement.

Art. 9. — Les appareils générateurs d'électricité doivent être munis d'organes permettant de les isoler du réseau général, soit par la mise en court circuit de leur conducteur propre, soit par l'introduction de résistances progressives ou par tout autre procédé agissant promptement. Les machines réceptrices ou les groupes d'appareils récepteurs doivent être pourvus d'organes analogues permettant de les séparer rapidement du centre de production.

Au siège des apppareils générateurs, un indicateur placé d'une façon très apparente permet de connaître à tout instant la différence de potentiel aux bornes. Lorsqu'un appareil récepteur absorbe plus de dix chevaux-vapeur, il doit être pourvu d'indicateurs analogues.

Art. 10. — Les lettres et numéros d'ordre prévus au premier paragraphe de l'article 3 sont reproduits sur les diverses parties de la distribution et, en particulier, aux points intéressants, tels qu'embranchements, commutateurs, instruments de mesure, coupe-circuits, etc.

Art. 11. — Des arrêtés préfectoraux spéciaux pourront prescrire qu'il soit périodiquement procédé, par les soins des exploitants, à des vérifications de l'état des conducteurs et des machines, et que les résultats en soient consignés sur des registres dûment cotés et paraphés par l'administration.

Art. 12. — En sus des attributions qui leur sont conférées par le titre V du décret du 27 décembre 1851, les ingénieurs et agents des postes et télégraphes sont chargés, sous l'autorité des préfets, de la surveillance des conducteurs électriques.

Art. 13. — Ces ingénieurs et agents donnent leur avis sur les déclarations prévues aux articles 1 et 3 du présent décret. Ils s'assurent de la conformité des installations réalisées et de leur exploitation avec les déclarations déposées à la préfecture.

Art. 14. — Ils s'assurent au moins une fois par an, et plus souvent lorsqu'ils en reçoivent l'ordre du préfet, si toutes les conditions de sûreté prescrites par le présent règlement sont exactement observées.

Art. 15. — Les registres prévus à l'article 11 ci-dessus sont présentés à toute réquisition aux ingénieurs et agents ; ils les revêtent de leur visa.

Les mêmes ingénieurs et agents peuvent prescrire que des expériences et épreuves de contrôle soient effectuées en leur présence.

LATEUR ÉLECTRIQUE. — Appareil dans électricité est employée à rendre uni- lumière d'une lampe, l'intensité d'un la température, etc. Le nom de régu- applique donc à un grand nombre d'ins- s différents. Les régulateurs destinés à l'éclairage électrique sont décrits à l'article LAMPE.

Nous indiquerons seulement ici le régulateur photo-électrique, imaginé par M. Tommasi pour rendre fixe le point lumineux d'une bougie Jablochkoff. La bougie est placée dans un tube

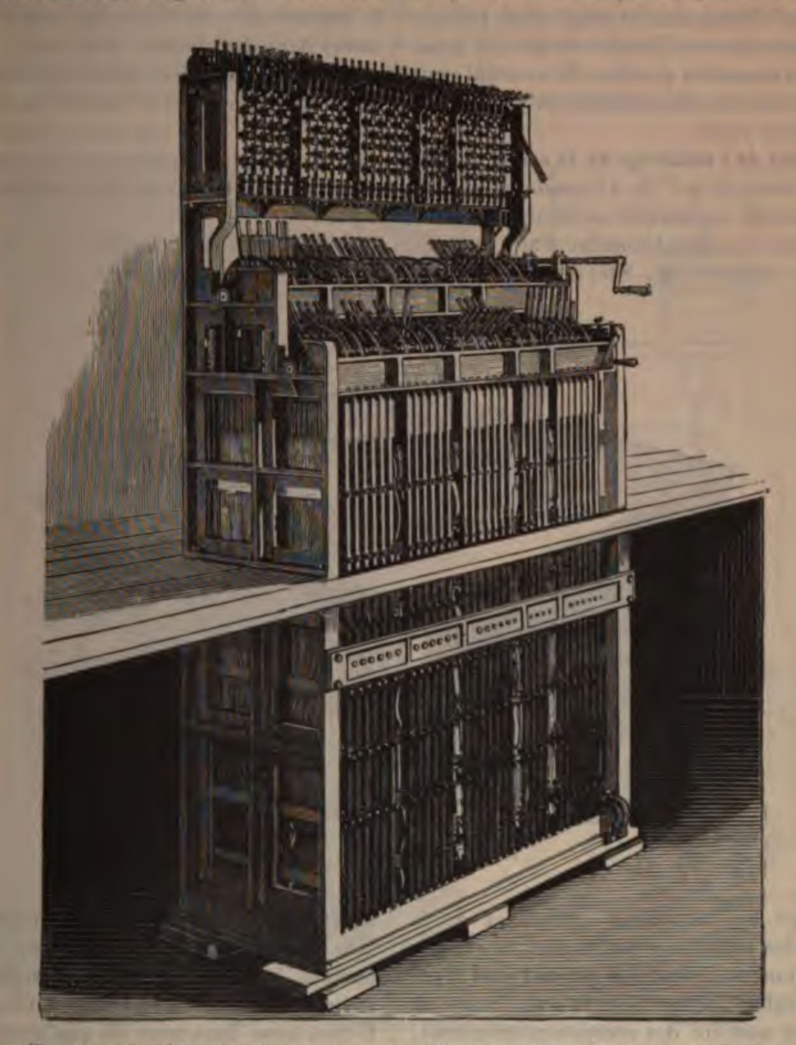


Fig. 809. — Régulateur de l'éclairage de la scène (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Berlin).

u fond duquel est un ressort qui la fait eu à peu. Deux galets isolés, fixés au tube, dirigent la bougie et lui amènent nt. Entre la bougie et le ressort est dis- petit électro-aimant à fil fin, dont les n forme de demi-cylindre, glissent à ent doux sur les parois intérieures du uand l'électro n'est excité par aucun . Si au contraire le courant passe, l'at- du tube arrête l'électro-aimant et la bougie cesse de monter. L'électro doit donc agir tant que le point lumineux est à la hauteur voulue et devenir inactif lorsque ce point commence à descendre.

Pour cela, on fixe à cette hauteur un petit régulateur formé d'un tube horizontal contenant une lentille convergente et une résistance de sélénium, intercalée dans un circuit qui contient l'électro-aimant, et qui reçoit une dérivation de la machine ou bien le courant d'une pile

locale. Quand le point lumineux est à la hauteur du tube, la lumière, concentrée sur le sélénium, diminue sa résistance, et l'électro reçoit un courant suffisant pour arrêter l'action du ressort. Dès que le point lumineux s'abaisse, le sélénium n'étant plus éclairé devient plus résistant et l'électro-aimant n'agit plus; la bougie peut donc monter jusqu'à ce que ce point ait repris sa première position. Le courant peut actionner l'électro directement ou par l'intermédiaire d'un relais.

Régulateur de l'éclairage de la scène. — Cet appareil, construit par la *Allgemeine Elektricitäts Gesellschafft*, est installé au théâtre royal de Berlin et dans un grand nombre d'autres théâtres. Il se compose (fig. 809) de 66 rhéostats, dont 6 simples et 60 doubles, permettant de faire varier l'éclairage de la scène dans les limites nécessaires et d'obtenir toutes les gradations possibles dans cet éclairage. Cet appareil occupe fort peu de place : les rhéostats avec le mécanisme qui en dépend, les leviers, les clefs, le mécanisme pour l'éclairage rapide, sont contenus dans dix châssis en fer forgé, portés par un socle en fonte très solide et n'occupant que 2,8 m. de hauteur sur 1,75 m. de largeur et 0,6 m. de profondeur. Une ingénieuse disposition permet d'accoupler rapidement les résistances de manière à avoir toutes les combinaisons possibles.

Régulateurs de courant. — Ces appareils servent à maintenir constante l'intensité d'un courant malgré les variations provenant de la source ou des récepteurs placés dans le circuit.

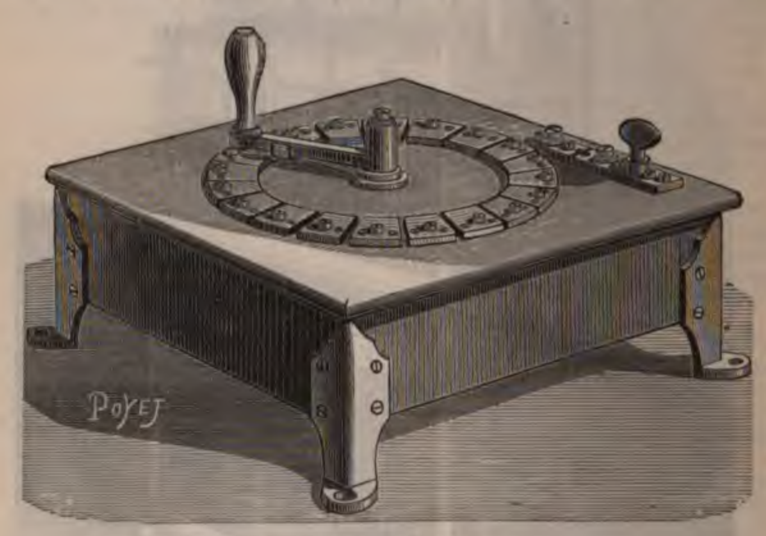


Fig. 810. — Régulateur Edison.

L'enroulement compound permet seul d'obtenir ce réglage automatiquement, lorsqu'on fait varier le nombre des récepteurs en circuit; mais la régulation n'a lieu que pour une valeur déterminée de la vitesse. Il arrive souvent que cette vitesse ne peut pas être maintenue constamment, par exemple lorsqu'il s'agit d'une dynamo entraînée par un moteur ou un arbre de transmission qui actionne en même temps les diverses machines d'une usine.

Avec les autres modes d'excitation, que l'on rencontre plus fréquemment dans la pratique, il faut modifier la production de la machine suivant le nombre des récepteurs en service. Dans ce dernier cas, il semble qu'on pourrait se contenter de faire varier la vitesse de rotation. Mais c'est bien difficile dans la pratique, surtout lorsque la force est empruntée à un moteur général, actionnant toute une usine. Il faut donc dans tous les cas avoir recours à un régulateur, qui a pour fonction d'introduire des résistances auxiliaires dans le circuit ou de les en retirer suivant les besoins.

Lorsque la machine est excitée en dérivation ou munie d'une excitatrice indépendante, on place ces résistances dans le circuit inducteur de façon à agir sur la force électromotrice de la machine et à maintenir constante la différence de potentiel aux bornes, en modifiant l'intensité du champ magnétique.

On emploie alors des *régulateurs du champ magnétique*, qui introduisent ces résistances so

à la main, soit automatiquement. Tels sont ceux de MM. Brush, Postel-Vinay, Edison. Ce dernier est extrêmement simple : il se compose d'une série de bobines en fil de maillechort disposées en cercle comme dans la boîte de résistances (fig. 120); la première est reliée à l'une des bornes; l'autre borne communique avec l'axe d'une manette que l'on peut amener sur des segments métalliques reliant chaque bobine à la suivante (fig. 810). On introduit donc facilement le nombre de bobines nécessaire.

M. Fabius Henrion joint à ses dynamos compound, que nous avons décrites plus haut, un régulateur destiné à remédier aux irrégularités de vitesse, si difficiles à éviter, en introduisant des résistances dans le circuit en dérivation des inducteurs. Cet appareil, qui fonctionnait à l'Exposition de 1889, est représenté figure 811.

Une poulie, placée à la partie inférieure, reçoit un mouvement de rotation de l'arbre de la

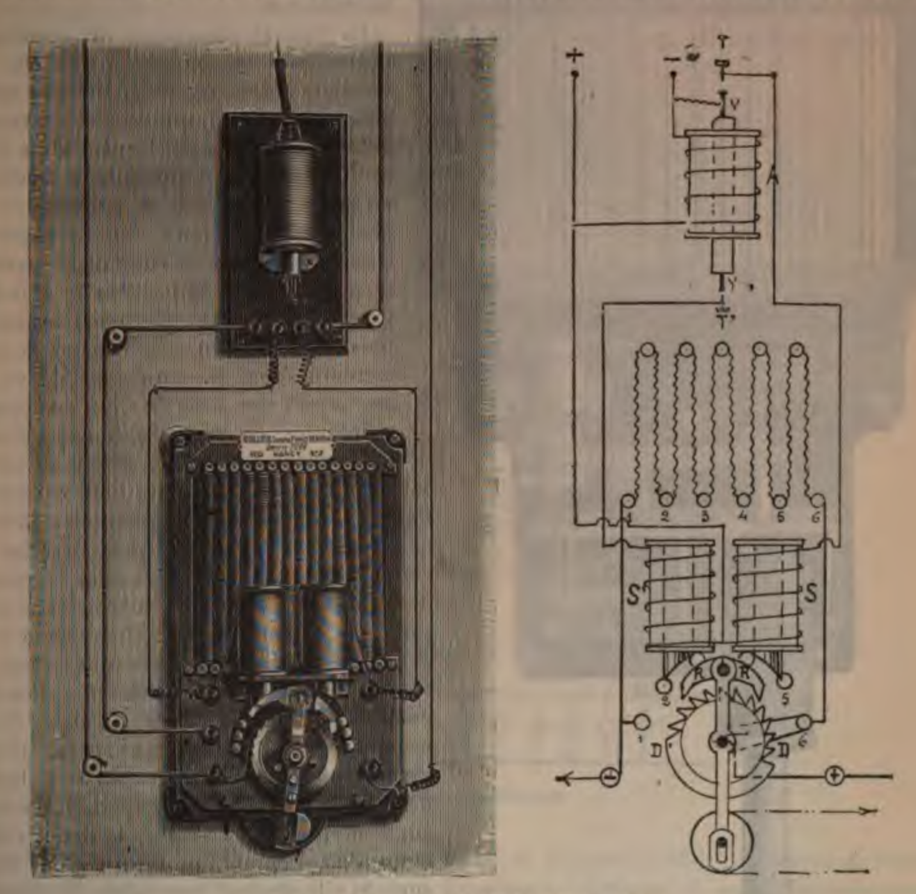


Fig. 811. — Régulateur Fabius Henrion, de Nancy.

machine, soit directement, soit par une courroie. Une goupille, placée excentriquement sur cette poulie, glisse dans une rainure pratiquée à la partie inférieure d'un levier, auquel elle communique ainsi un mouvement oscillatoire. A sa partie supérieure, ce levier porte deux cliquets RR, qui peuvent pivoter librement autour de son extrémité, et sont placés respectivement au-dessus des deux roues à rochet DD', qui sont solidaires l'une de l'autre, et dont les dents ont des directions opposées. Ces roues peuvent tourner librement dans les deux sens, et sont indépendantes du levier : elles portent un contact à ressort, qui fait corps avec elles et suit leur rotation. Quand l'intensité varie, les cliquets RR entraînent les roues dans un sens ou dans l'autre, et le contact se déplace sur une série de plots portant les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6, introduisant ainsi des résistances variables.

Pour obtenir ce résultat, les deux bornes de la machine sont reliées avec le solénoïde A, à fil fin, contenant un noyau de fer doux mobile V,

qui est attiré, et occupe une certaine position dans la bobine, lorsque le courant possède son intensité normale. Si le potentiel augmente, le noyau est attiré vers le haut et vient fermer un contact en T, au sommet, avec le solénoïde de droite S, qui se trouve ainsi en communication avec les deux bornes et reçoit une dérivation du courant. Le solénoïde S, dont le pôle infé-

Fig. 812. — Régulateur de la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort.

rieur a une forme correspondante à celle du cliquet R, placé au-dessous de lui, attire ce cliquet. Cette attraction force l'autre cliquet à s'engager dans les dents de l'une des roues à rochet; le levier continuant d'ailleurs à osciller, les roues sont entraînées, avançant d'une dent à chaque oscillation, et le contact à ressort se déplace avec elles, introduisant des résistances croissantes dans le circuit de dérivation des inducteurs, ce qui amène une diminution du potentiel.

Si au contraire le potentiel diminue, le noyau du solénoïde A retombe et vient établir à sa partie inférieure un contact qui fait passer le courant dans le solénoïde de gauche S'. Le cliquet correspondant est attiré, l'autre engrène avec le rochet correspondant et fait mouvoir le contact à ressort en sens inverse, diminuant la résistance.

La Société alsacienne de constructions mécaniques emploie un régulateur extrêmement simple (fig. 812). Il est formé d'un solénoïde à fil fin, renfermant un noyau de forme spéciale, qui est suspendu à l'extrémité d'un levier supportant à l'autre bout un godet à mercure. Le côté du noyau est plus lourd que l'autre d'une quantité facile à régler. Lorsque le courant ne passe pas, le noyau occupe la position la plus basse; il se relève d'autant plus que le courant est plus intense, et en même temps le godet à mercure s'abaisse. Au-dessus de ce godet sont fixées une série de tiges de longueurs différentes, en contact avec des spirales de maillechort. Lorsque la cuvette de mercure est dans sa position la plus élevée, toutes les tiges plongent dans ce liquide; elles en sortent successivement lorsque le godet descend.

Les spirales sont placées dans le circuit inducteur et les connexions sont établies de telle sorte que le courant excitateur traverse une, deux, trois... résistances, suivant qu'une, deux trois.... tiges sont hors du mercure. Lorsque le courant présente sa valeur normale, le levier occupe une position moyenne; la moitié des tiges sont hors du mercure et par suite la moitié des résistances sont intercalées. Si la tension augmente, le noyau s'élève, le godet s'abaisse et un certain nombre de tiges sortent du mercure. Si elle devient trop faible, le noyau descend et le mercure vient baigner un plus grand nombre de tiges, ce qui diminue la résistance intercalée. Un petit frein sert à régler la sensibilité de l'appareil.

M. Elihu Thomson maintient la force électromotrice constante dans les dynamos compound et en dérivation, employées pour l'éclairage à l'incandescence, en utilisant l'échauffement d'une résistance par le passage du courant. Cette résistance R, en platine ou en fer, est placée sur un support conique, formé de lames de mica, de façon que les spires successives ne puissent se toucher. Elle est disposée dans une

ıée T, recouverte d'une substance non :trice de la chaleur, et percée à la base ıs donnant passage à un courant d'air 13). Une valve V peut fermer plus ou complètement l'orifice supérieur. La ré- e R, qui est intercalée dans la dérivation lucteurs F de la dynamo et forme même grande partie de la résistance totale de érivation, s'échauffe au passage du cou- a valve V, commandée par ce courant, ; courant d'air de manière à refroidir ı moins énergiquement la spirale R et à faire varier sa résistance dans le sens convenable.

La valve V est fixée à l'extrémité d'un levier L', qui porte l'armature d'un électro-aimant M, monté en dérivation sur les conducteurs principaux *ab*, et qu'un ressort écarte de cet électro. Quand la différence de potentiel augmente, l'électro-aimant M attire son armature, et la valve V vient fermer plus ou moins complètement la cheminée T. La spirale R s'échauffe, sa résistance augmente et diminue l'intensité du champ magnétique de la machine. Si la dif-

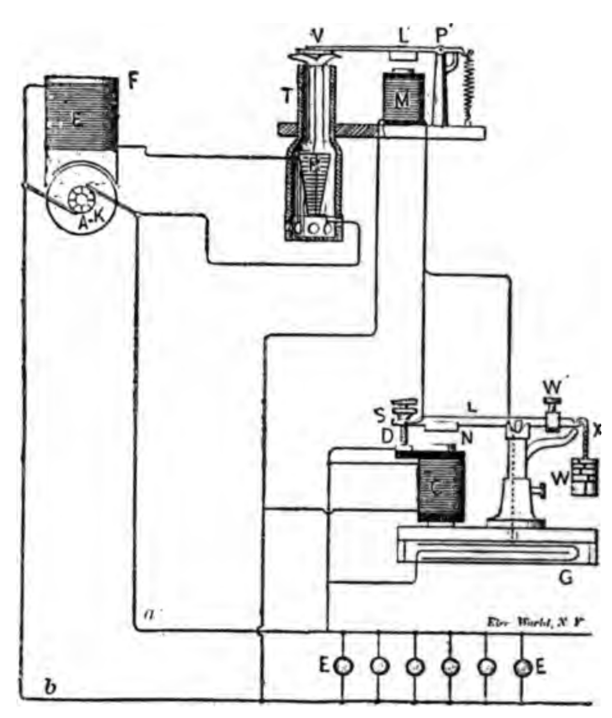


Fig. 813. — Régulateur E. Thomson.

: de potentiel diminue, un électro-ai- le contrôle C, également monté en déri- sur les conducteurs principaux *ab*, rompt vation de l'électro-aimant M, qui cesse :r son armature; le levier L' obéit alors ort antagoniste, et la valve V ouvre lar- ; la cheminée T, ce qui permet un refroi- ent énergique de la résistance R.

cela la dérivation de l'électro-aimant M ınd un contact fixe D et une vis S fixée émité du levier L, qui porte l'armature ectro-aimant C et qui est équilibré par ls variable W, suspendu à son autre ex- ;, et par un curseur mobile W'; on obtient n réglage très délicat. Lorsque la différence de potentiel faiblit, l'attraction de l'électro-aimant C diminue, et, sous l'action des poids W et W', la vis S s'écarte de D, mais d'une très petite quantité. La dérivation de l'électro M étant rompue, celui-ci cesse d'attirer son armature, et la valve V s'ouvre complètement. Un condensateur G empêche la production d'étincelles en D, lorsqu'on interrompt la dérivation de M.

M. Lahmeyer, d'Aix-la-Chapelle, a donné le nom de régulateur de tension à distance (*Fernspannungsregulator*) à un appareil qui sert à plusieurs usages, notamment à intercaler des résistances dans le circuit inducteur ou dans le circuit induit d'une dynamo.

Il se compose d'un tube de cuivre rempli à sa partie inférieure de mercure, dans lequel flotte un noyau de fer doux. Ce tube est à l'intérieur d'un solénoïde parcouru par le courant principal; il est surmonté d'une série de disques de cuivre isolés, entre lesquels sont intercalées les résistances régulatrices. Le mercure sert à relier ces disques. Le noyau est entouré à la partie supérieure d'un tube de verre qui porte une graduation empirique en ampères et un appareil d'arrêt (fig. 814).

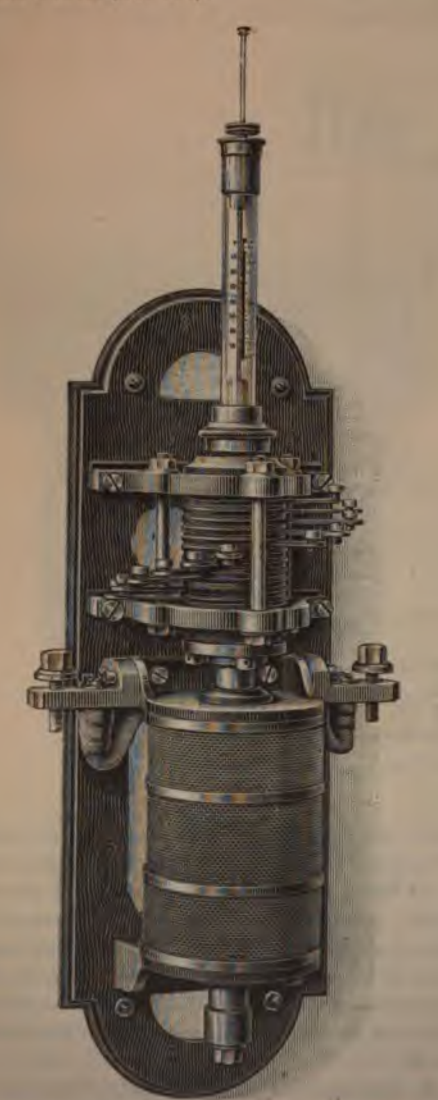


Fig. 814. — Régulateur Lahmeyer (Hartmann et Braun, Bockenheim, Francfort-sur-le-Mein).

L'appareil sert d'abord, étant donnés une force électromotrice constante de la machine
et un travail variable à fournir par le c
teur, à maintenir une tension constan
extrémités de ce conducteur en interca
retirant des résistances régulatrices. Il
aussi d'insérer, au lieu de résistances, de
mulateurs dont la force électromotrice
rigée, suivant les cas, dans le même se
celle de la machine ou en sens contraire
enfin servir à intercaler les résistances
glage dans le circuit inducteur des m
excitées en dérivation. Le courant dériv
alors dans le mercure, et le courant pr
traverse seulement le solénoïde. Ainsi n
ce régulateur est employé avec les mac
tension constante pour charger les acc
teurs et pour régler des moteurs à un n
de tours exactement constant.

Nous signalerons enfin la disposition
quée par MM. Clarke, Chapman, Parsons
à leurs installations de machines comm
par une turbine à vapeur, et qui con
rendre constante la différence de poten
agissant sur la valve d'admission de vap
la turbine. Pour cela, au-dessus de la piè
laire supérieure des électro-aimants est
une pointe métallique, qui attire une pi
fer doux mobile autour d'un pivot. L'attr
augmente avec la force électromotrice,
pièce tourne d'un angle variable, entr
une fourchette qui vient fermer plus ou
complètement l'ouverture d'un tuyau à l'
duquel est placé un soufflet, et dont l'
aspiré par une petite pompe calée sur
de la machine à vapeur. Quand l'ori
ferme, l'air n'arrivant plus dans le tu
vide se fait dans une capsule, qui s'apla
mouvement commande une tige qui di
l'admission de la vapeur.

Lorsque la machine est excitée en sé
résistances se placent de préférence sur
cuit induit. C'est généralement dans le
extérieur qu'on les introduit : les rh
peuvent servir à cet usage, ainsi que le
lateurs décrits dans le paragraphe pré
M. Wartmann a fait usage d'un r
qu'entraînait un mouvement d'horloger
mandé par l'armature d'un électro-
Quand le courant s'affaiblit, l'armatur
aller le mécanisme, et le rhéostat s'e
diminuant la résistance. Quand l'inte
repris sa valeur normale, l'armature est
de nouveau, et le mouvement est enc
Cet appareil à l'inconvénient de ne con
que les affaiblissements du courant.

M. Edison se sert pour les faibles in

régulateur à poudre de charbon, dont on arier la résistance en la comprimant plus oins fortement.

sieurs inventeurs ont utilisé la décompo- de l'eau par le courant pour faire en- r plus ou moins profondément dans le .e deux lames de platine dont la résis- varie avec la hauteur immergée. Mais .rolyse produit une perte d'énergie inutile.

régulateur de M. Siemens se compose lame mince de platine qui s'échauffe par sage du courant, et dont la dilatation plus ou moins grande introduit ou supprime un certain nombre de spires de fil de platine. Cet appareil a été modifié par M. Hospitalier.

Au lieu d'introduire des résistances dans l'un des deux circuits, on peut modifier la force électromotrice en déplaçant les balais : on sait en effet qu'en les faisant tourner de 90° on peut faire décroître la différence de potentiel depuis son maximum jusqu'à zéro. Certains modèles de dynamos sont pourvus de régulateurs destinés à modifier automatiquement l'angle de calage des balais.

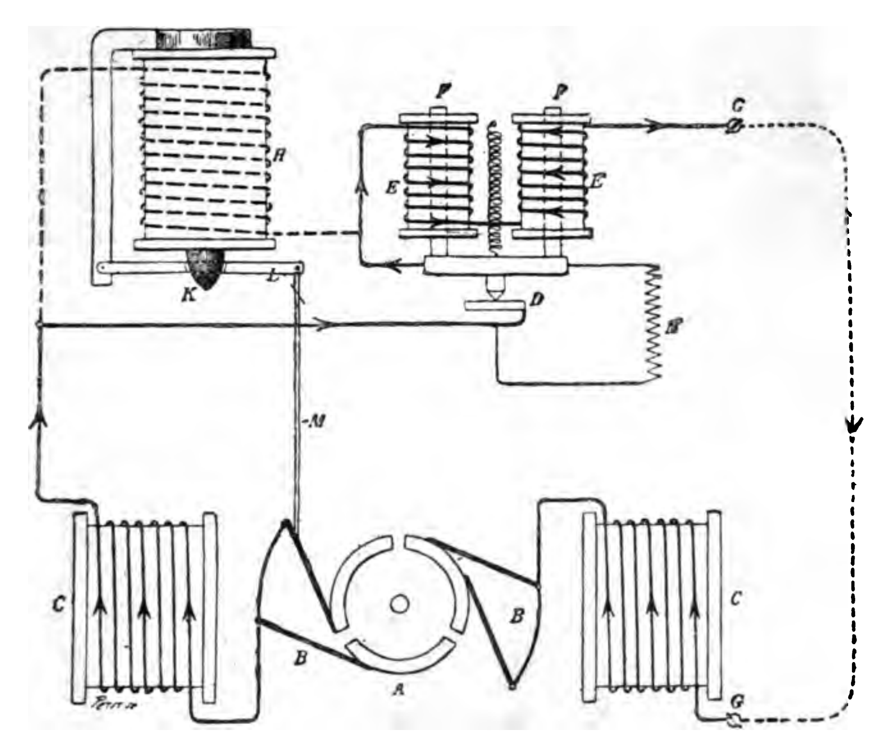


Fig. 815. — Diagramme du régulateur Thomson-Houston.

dynamos à arc Thomson-Houston sont s d'un régulateur de ce genre qui se voit :he (fig. 570, page 488). La figure 815 e le principe de cet appareil et le schéma ›mmunications. CC représentent les in- ırs, A le collecteur et BB les balais. Le ré- ur est constitué par l'électro-aimaint H, de résistance, dont le pôle inférieur K est de parabolique. Cet électro-aimant est fixé i de la machine par un cadre en forme d'U ·sé, dont la branche de gauche est seule e, et intercalé dans le circuit principal. ature L est montée sur pivots entre les ıes du cadre, et construite de manière que ses extrémités puissent se mouvoir à des distances égales par rapport au cadre et tournent facilement autour des pivots; elle est percée d'une ouverture circulaire assez large pour qu'elle puisse se mouvoir sans toucher le pôle. L'attraction de l'électro-aimant agit sur le levier M et modifie automatiquement la position des balais. La forme parabolique du pôle K sert à produire une attraction plus régulière dans les différentes positions de l'armature. Pour empêcher un mouvement trop brusque du levier M, on l'a fixé au cylindre d'une pompe à glycérine, dont le piston reste fixe (fig. 816).

Mais, si le courant passait directement par



Fig. 816. — Régulateur Thomson-Houston.

Fig. 817. — Électro-aimant de contrôle.

l'électro-aimant H, l'appareil ne serait pas assez sensible. Aussi on intercale dans le circuit un appareil de contrôle (fig. 815), formé de deux solénoïdes EE, dont les noyaux FF sont réunis

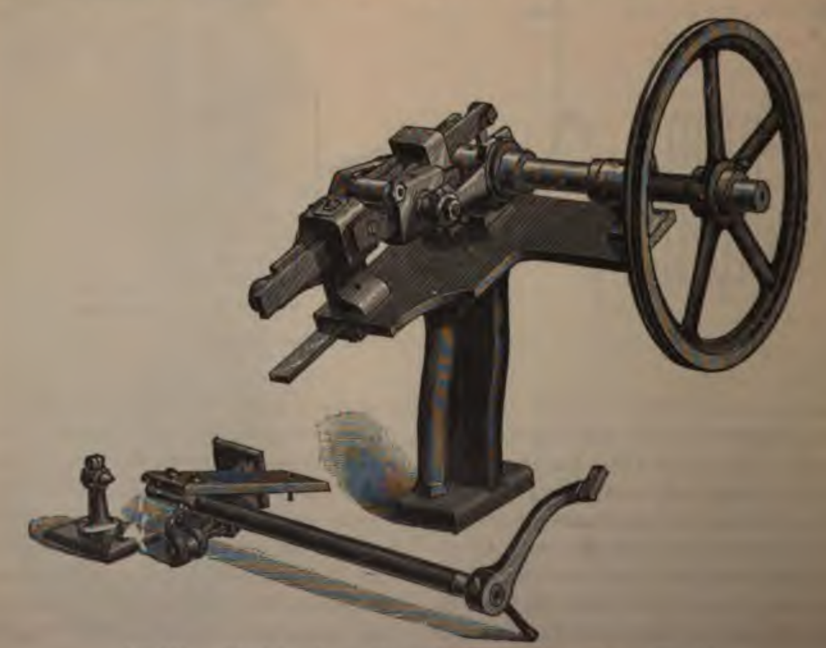


Fig. 818. — Régulateur Sperry (Sperry Electric Company, Chicago, Illinois).

par une culasse et suspendus à un ressort susceptible d'être réglé.

La culasse porte à sa partie inférieure un contact en argent placé au-dessus d'un le fixe D. Si le courant a son intensité norm régulateur H est placé en court circuit

act D. Si l'intensité augmente, les noyaux ont attirés et le contact D se trouve rompu : urant traverse H et la tige M agit sur les s. Une résistance de charbon N, placée en ation, empêche les étincelles quand on rompt le contact D. Les figures 816 et 817 représentent séparément le régulateur avec sa pompe et l'électro-aimant de contrôle.

Les dynamos Sperry, décrites plus haut, sont munies d'un régulateur très original, qui em-

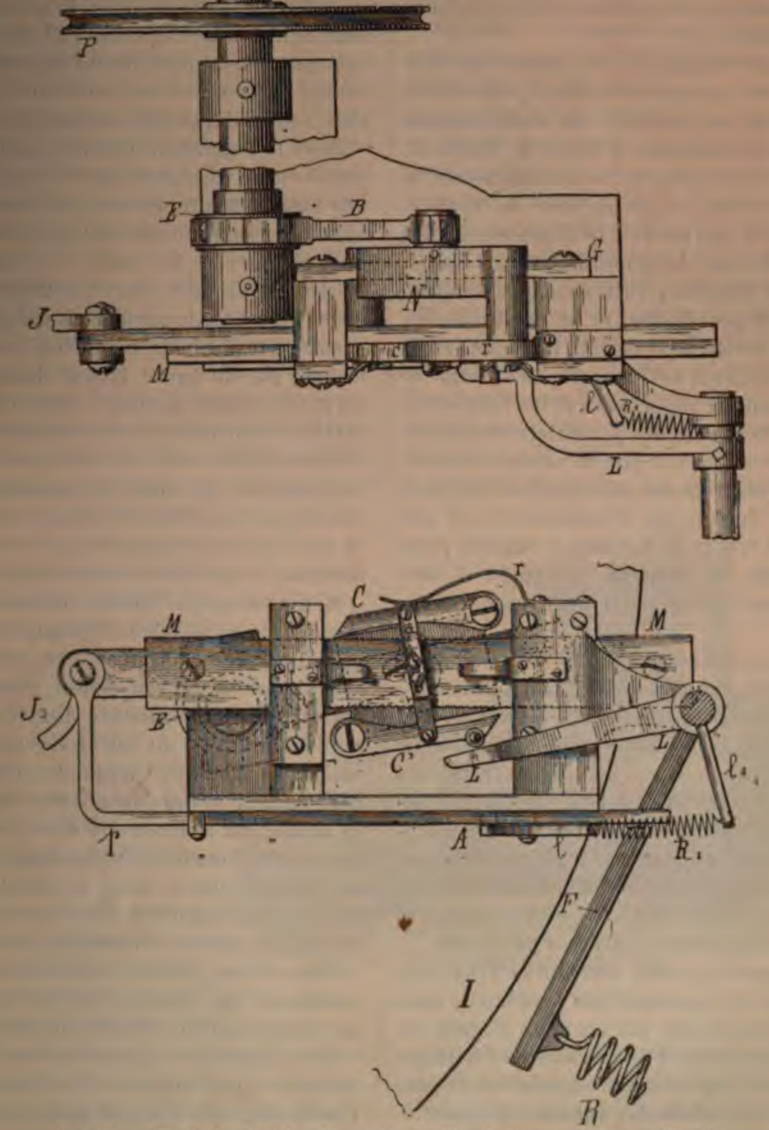


Fig. 819. — Détails du régulateur Sperry (Sperry Electric Company, Chicago, Illinois).

e à l'arbre de la dynamo l'énergie mécanécessaire à son fonctionnement et qui mmandé par une palette de fer mobile l'un des inducteurs, qui sont montés en Le réglage s'obtient donc par les variadu courant, sans l'emploi d'aucun organe que intermédiaire.

Ce régulateur est représenté en perspective (fig. 818) ; la figure 819 en montre les détails en projection verticale et horizontale.

L'arbre de la machine commande, à l'aide d'une corde, une poulie P dont l'axe porte un excentrique E, destiné à imprimer, par l'intermédiaire d'une petite bielle B, un mouvement

de va-et-vient continu à une pièce N, montée sur une glissière G. Cette pièce porte deux cliquets CC', reliés par une tige articulée *a* et pouvant engrener avec la crémaillère M, qui porte deux dentures opposées. Quand le courant possède son intensité normale, les cliquets gardent une position intermédiaire et n'engrènent ni l'un ni l'autre.

Si l'intensité augmente, la palette de fer doux F, placée devant l'inducteur I, est attirée plus fortement par celui-ci ; elle tourne autour de son axe en entraînant le levier de buttée L, qui fait corps avec elle. Ce levier appuie sur le cliquet C' et le fait engrener avec la crémaillère inférieure, qui produit le déplacement des balais dans le sens des potentiels décroissants. Si l'intensité diminue, l'attraction de l'inducteur I devient plus faible, et la palette F s'en écarte sous l'action du ressort R. Le ressort *r* fait abaisser le système C*a*C'; le cliquet C engrène avec la crémaillère supérieure, et les balais sont déplacés dans le sens des potentiels croissants. Lorsque le courant a repris sa valeur normale, le système C*a*C' reprend une position intermédiaire sous l'action de l'inducteur I et des ressorts R et *r*, et la crémaillère n'engrène plus.

Régulateurs de pression. — Appareil électrique servant à régulariser le pression du gaz d'éclairage.

L'un des premiers est celui de MM. Giroud et Bréguet (1855), qui se compose d'un manomètre à mercure, à air libre, placé au point où l'on veut produire la régularisation, et muni d'un flotteur qui vient fermer deux circuits distincts, suivant que le manomètre atteint l'une ou l'autre des deux limites fixées. Les deux courants ainsi produits se rendent à un moteur à poids placé près de la vanne de distribution, et le font tourner chacun dans un sens différent, ce qui augmente ou diminue l'ouverture traversée par le gaz.

Dans l'appareil de MM. Chardin et Prayer, le transmetteur est analogue au précédent, mais le régulateur actionné par les deux circuits est différent. Il est formé d'un mécanisme d'horlogerie commandé par un électro-aimant et disposé de manière à se remonter automatiquement.

Le régulateur de M. Servier est plutôt un indicateur de pression ; les contacts établis par le flotteur ferment un courant qui actionne un avertisseur placé à l'usine ; la régulation se fait à la main. (Voy. MANOMÈTRE AVERTISSEUR.)

Régulateurs de température. — L'organe principal de ces appareils est généralement un réservoir à air ou à liquide, placé dans l'enceinte dont on veut maintenir la température constante, et communiquant avec un tube placé au dehors et contenant une cer quantité de mercure. Un fil de platine con nique sans cesse avec le mercure ; un aut placé dans la branche ouverte, un pe dessus du niveau du liquide. Quand la tem ture dépasse la limite fixée, le mercure en vant vient toucher le second fil et ferme u cuit comprenant une pile et l'appareil élec chargé de produire les variations de tem ture, appareil qui varie suivant les systèm

Dans le régulateur de M. d'Arsonval, c pareil est un électro-aimant vertical, placé une boîte cylindrique dont la base supé est une membrane élastique, portant au c une plaque de fer doux. Le noyau c électro est un tube creux par lequel arriv partie inférieure le gaz d'éclairage, qui se r ensuite dans la boîte cylindrique et se re brûleur par un tuyau latéral. Lorsque la pérature dépasse la limite fixée, un conta établi, comme nous l'avons expliqué plus h le courant traverse l'électro-aimant, qui la plaque de fer doux; la membrane éla vient fermer en partie le tube creux de l'él ce qui force le courant de gaz à se ralen diminue la quantité de chaleur fournie.

M. d'Arsonval a combiné un autre régul analogue pour le cas où l'on emploie, au li gaz, une lampe à alcool ou à essence. Un l mobile autour de son centre, porte à l'u ses extrémités l'armature d'un électro-a vertical, à l'autre un tube qui entoure le mèche de la lampe. Lorsque le courant ne pas, ce tube occupe la position la plus la mèche est à découvert et la flamme e maximum. Lorsque la température s'élève le courant passe dans l'électro-aiman attire son armature; le tube s'élève, recou flamme en partie et diminue la combusti

Nous avons décrit, à l'article COUVEU régulateur qui s'applique au cas où la c est fournie par un courant électrique.

Les dispositions qui précèdent convie surtout à des appareils de laboratoire l'industrie, elles seraient généralement i santes pour maintenir la température con dans une grande pièce ou dans un atelier ce cas, on fait agir le courant plutôt s orifices d'admission de l'air chaud vena calorifère que sur la source de chaleu même. Du Moncel a employé la dispositi vante. Le fil positif d'une pile plonge d réservoir d'un thermomètre à mercure; l négatif communique avec deux circuits

des fils qui plongent dans la tige à des
s un peu différentes. Quand la tempéra-
passe la limite fixée, le mercure vient
le premier fil négatif, et le courant
ferme la bouche de chaleur. Si cela ne
as et que la température continue à
le mercure s'élève encore un peu et
second circuit, contenant un appareil
re une bouche d'air froid.

ateurs de vitesse. — Appareils servant
riser la marche d'un moteur quelcon-
n existe un grand nombre. Nous avons
lus haut le régulateur très simple adapté
Marcel Deprez à son moteur électrique.
gulateur de M. Napoli est destiné aux
es à vapeur. La valve d'admission de la
est commandée par une vis sans fin, qui
nmobile tant que la vitesse conserve
eur normale, et tourne dans un sens ou
utre quand elle vient à augmenter ou
uer; suivant le sens de son mouvement,
ns fin ouvre à la vapeur un passage plus
s grand. Pour cela, deux électro-aimants
es sont fixés aux deux extrémités de
de la vis, devant deux
folles sur cet axe, et
t en sens contraire. Le
eur à force centrifuge
un ressort placé entre
outons, qu'il vient tou-
rsque la vitesse tend à
les limites fixées. Le
avec chacun de ces
lance un courant dans
s électro-aimants : la
orrespondante y adhère
ne la vis sans fin dans
ion.

gulateur de M. Brown
iné aux navires à va-
remédie aux accrois-
de vitesse qui se pro-
lorsque l'hélice vient à
l'eau par suite du tangage. Un contact
bas de la coque est toujours immergé,
u'un autre, placé près de l'axe de l'hé-
t de l'eau en même temps que cet axe.
les deux contacts sont plongés, l'eau
n circuit contenant une petite dynamo
ctro-aimant, dont l'armature est attirée.
le second contact sort de l'eau, le cou-
interrompu ; l'armature, entraînée par
rt antagoniste, agit sur des organes qui
en marche une petite machine à vapeur
à fermer la soupape de la machine
principale. On peut même placer plusieurs contacts à des hauteurs différentes, pour régler le jeu de la soupape suivant que l'hélice est plongée plus ou moins complètement.

Le nom de régulateur de vitesse est appliqué aussi à l'un des organes du télégraphe Baudot (Voy. ce mot).

RELAIS. — Appareil employé en télégraphie pour envoyer dans le récepteur le courant d'une pile locale, lorsque le courant de ligne qui parvient à la station est trop faible pour actionner directement ce récepteur. Ainsi, lorsqu'une station A est en communication directe avec une autre station B, située à une grande distance, on serait obligé d'employer en A une pile d'un grand nombre d'éléments; sinon les courants envoyés par le transmetteur de cette station ne seraient plus assez forts pour faire mouvoir le récepteur de B. On remédie à cet inconvénient en plaçant en B un relais, qui fonctionne sous l'influence de ces courants très faibles, pour envoyer dans le récepteur le courant d'une pile locale, d'intensité suffisante pour actionner cet organe. Les passages et les interruptions du courant local doivent être absolument synchrones de ceux du courant de ligne.



Fig. 820. — Relais Morse.

Le relais peut aussi être placé, non en B, mais dans une station intermédiaire C; il reçoit alors le courant de la ligne AC et envoie dans le récepteur de B celui de la ligne CB. On lui donne souvent, dans ce cas, le nom de translateur (Voy. ce mot).

On se sert fréquemment d'une sorte de récepteur Morse simplifié (fig. 820). Un électro-aimant E communique d'une part avec la ligne, de l'autre avec la terre. Le levier ll', mobile au-

tour d'un axe horizontal, porte l'armature A et peut osciller entre deux buttoirs isolés pp' : quand le courant ne passe pas, il est maintenu en contact avec le buttoir p par la tension du ressort r, que règle la vis B. Le buttoir p' est relié au pôle positif de la pile locale, dont l'autre pôle est à la terre; le levier ll' commnnique par la colonne S avec le récepteur, dont l'autre extrémité est aussi à la terre. Quand le courant de la ligne traverse l'électro-aimant E, l'armature A est attirée, le levier ll' vient toucher la vis p' et le courant local traverse le récepteur; lorsque le courant de ligne est interrompu, le levier ll', ramené par le ressort r, vient toucher la vis p et interrompt le courant local.

Ce relais peut être employé comme translateur (Voy. ce mot).

On se sert aussi de relais polarisés, dans lesquels l'armature reçoit une aimantation permanente. Tel est le relais Siemens, composé d'un électro-aimant à deux bobines verticales, dont les pôles font saillie et sont assez rapprochés. Entre ces pôles oscille une tige de fer doux horizontale, dont l'autre extrémité s'appuie sur un aimant fixe et peut tourner autour du point d'attache. La tige ainsi polarisée est attirée par l'un ou l'autre des pôles de l'électro, suivant le sens du courant qui traverse celui-ci. Dans ce mouvement, elle vient toucher l'un ou l'autre de deux buttoirs placés de part et d'autre et ferme le circuit positif ou négatif d'une pile locale. Dans cet appareil, l'armature n'est pas ramenée à la position médiane.

Dans le relais de M. Ducousso, l'armature est ramenée à la position centrale par l'attraction de l'autre pôle de l'aimant, qui est taillé en biseau et se trouve placé en face de son extrémité libre.

Les rappels par inversion de courant décrits plus haut peuvent aussi être considérés comme des relais polarisés; il en est de même des relais de M. Tommasi, de M. Ebel et de M. Marcillac pour les lignes sous-marines. Ce dernier est formé d'une bobine très légère, placée dans un champ magnétique très intense, et qui se déplace vers la gauche ou vers la droite, suivant le sens du courant qui la traverse. Elle entraîne dans ce mouvement une lame métallique, qui ferme le circuit local dans un sens ou dans l'autre.

Les rappels galvanométriques utilisent la déviation d'une aiguille ou d'un cadre mobile qui tournent comme ceux des galvanomètres. Le plus sensible est celui de M. Claude, qui se compose d'un cadre mobile autour d'un axe vertical entre les deux branches d'un aimant en U; un cylindre fixe de fer doux, placé dans l'inté rieur du cadre, renforce le champ magnétiqu L'appareil présente donc à peu près la dispos tion du galvanomètre Deprez et d'Arsonva L'axe vertical d'acier qui supporte la bobine e muni à sa partie inférieure d'une tige horizon tale, qui vient rencontrer un contact fixe fermer le circuit local, lorsque la bobine e traversée par un courant d'un certain sens. L relais de M. Claude comprend deux appareil semblables qui servent l'un pour les courant positifs, l'autre pour les courants négatifs.

RELEVER (UN DÉRANGEMENT). — Faire dispa raître la cause qui produit un dérangemen (terme employé en télégraphie).

RÉMANENT (MAGNÉTISME). — Voy. MAGNÉTISM

REMISE A L'HEURE PAR L'ÉLECTRICITÉ — Voy. HORLOGE ÉLECTRIQUE.

RENDEMENT. — D'une manière générale on appelle rendement d'un appareil le rappor de la quantité d'énergie qu'il fournit à cell qu'il absorbe.

Rendement d'une machine d'induction. — C'est le rapport entre le travail mécaniqu absorbé par cette machine et l'énergie électriqu qu'elle produit. Outre cette quantité, qu'o appelle d'ordinaire le rendement industriel, o considère encore le rendement électrique.

Rendement industriel. On donne ce nom a rapport du travail électrique disponible au bornes de la machine au travail mécaniqu total dépensé sur l'arbre.

Pour connaître le rendement industriel, o peut mesurer le travail dépensé en plaçant u dynamomètre de transmission entre le moteu et la dynamo. On a le travail utile en mesura l'intensité I du courant et la différence de p tentiel E aux bornes. Le produit $\frac{EI}{9,8}$ donne travail en kilogrammètres (Voy. UNITÉS).

Rendement électrique. — On nomme ainsi l rapport du travail utile disponible aux borne au travail électrique total développé dans l machine. Le premier se mesure comme nou venons de l'indiquer; le second est égal à $\frac{EI}{9,8}$ E' étant la force électromotrice de la machine Mais cette force électromotrice ne peut pas ici se mesurer directement : elle est égale à

$$E' = E + IR,$$

R étant la résistance intérieure de la machine; le rendement électrique est donc

$$\frac{EI}{EI + RI^2} = \frac{E}{E + IR}.$$

D'ailleurs la résistance R prend différentes valeurs suivant le mode d'excitation de la machine. Dans une magnéto ou une dynamo à excitation indépendante, R est égale à la résistance R_1 de l'armature. Dans une dynamo en série, R est la somme des résistances de l'induit et de l'inducteur.

$$R = R_1 + R_2.$$

Dans une dynamo en dérivation, I_1 et I_2 étant les intensités dans ces deux parties de la machine,

$$IR = I_1 R_1 + I_2 R_2.$$

Enfin, dans une machine compound,

$$IR = I_1 (R_1 + R_2') + I_2 R_2''.$$

R_2' et R_2'' étant les résistances respectives des bobines de l'électro montées en série et en dérivation.

Ces définitions s'appliquent seulement aux machines employées comme génératrices ; nous donnerons plus loin celles qui sont relatives aux réceptrices.

Le rendement industriel est le seul qui soit vraiment important à considérer, puisqu'il tient compte de toutes les pertes survenues dans la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique, tandis que le rendement électrique ne dépend que de la résistance des électro-aimants et de l'armature. D'ailleurs, ces deux rendements sont en général proportionnels dans les bonnes machines ; cette condition n'est cependant pas indispensable, car on peut être conduit à augmenter la résistance intérieure, sans pour cela diminuer le rendement industriel.

Des mesures sérieuses ont été faites aux Expositions d'électricité de Paris (1881), de Munich et d'Anvers sur le rendement industriel des principales machines à courant continu.

Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Gramme, n° 1	0,58
— n° 2	0,58
— n° 3	0,67
Siemens, n° 1	0,62
— n° 2	0,62
— n° 3	0,75
Maxim	0,66
Weston	0,84
Brush, n° 1	0,76
— n° 2	0,74
— n° 3	0,65
Schuckert	0,70
Edison, Z	0,58
— E	0,52
Crompton	0,81
Gülcher	0,70

On a remarqué à l'Exposition de 1881 que les machines qui avaient le plus faible rendement (Gramme et Siemens) avaient aussi la marche la plus régulière, tandis qu'une dynamo Weston n'a pu faire qu'un service très défectueux et pendant peu de temps. D'ailleurs la construction des dynamos a été beaucoup perfectionnée dans les dernières années : les machines ordinaires donnent au moins 0,65 et 0,70, et les machines soignées peuvent atteindre 0,80 à 0,85 quand les inducteurs sont en fonte, 0,90 quand ils sont en fer, parfois même 0,95.

Rendement des lignes. — Le rendement de la ligne qui relie les dynamos aux appareils d'éclairage ou autres varie avec la nature et la section des conducteurs employés. On emploie généralement du cuivre de haute conductibilité ou bien du bronze phosphoreux ou silicieux (Voy. CONDUCTEUR), et l'on choisit la section suivant l'intensité des courants à transmettre.

Dans les grandes installations industrielles, les lignes sont généralement établies de manière à n'absorber que 8 à 10 p. 100 de l'énergie électrique. Dans les stations centrales, afin de diminuer les dépenses de première installation, on augmente souvent la perte par la canalisation, de sorte qu'elle peut atteindre jusqu'à 20 p. 100.

Les transformateurs offrent un moyen de diminuer cette perte. On doit chercher la solution qui est la plus avantageuse dans chaque cas, en tenant compte de ces trois facteurs.

Rendement des moteurs. — *Rendement industriel.* — C'est le rapport du travail mécanique recueilli sur l'arbre à l'énergie électrique absorbée par le moteur. On obtient sa valeur en mesurant le travail mécanique avec le frein de Prony et calculant l'énergie absorbée à l'aide du produit de l'intensité par la différence de potentiel aux bornes; on divise ce produit par l'intensité de la pesanteur, comme nous l'avons vu pour les machines génératrices.

Rendement électrique. — C'est le quotient obtenu en divisant la différence entre l'énergie électrique fournie aux bornes et celle absorbée par la résistance intérieure de la machine par l'énergie électrique fournie aux bornes.

Soit E la différence de potentiel aux bornes, I l'intensité, R_1 la résistance de l'armature et R_2 celle des électros, le rendement est, pour une machine excitée en série,

$$\frac{EI - (R_1 + R_2) I}{EI} = \frac{E - (R_1 + R_2)}{E}.$$

Pour une machine excitée en dérivation, on a

$$\frac{EI - (I_1 R_1 + I_2 R_2)}{EI},$$

I_1 et I_2 étant les intensités dans l'armature et dans l'inducteur. Enfin, dans une machine compound, le rendement électrique est

$$\frac{EI - I_1 (R_1 + R'_2) - I_2 R''_2}{EI}$$

R'_2 étant la résistance du fil inducteur placé en série, R''_2 celle du fil qui est monté en dérivation.

Rendement des transformateurs. — On nomme rendement d'un transformateur le rapport de l'énergie électrique qu'il produit à celle que lui fournit le courant inducteur. Soient E et I les nombres de volts et d'ampères correspondant au courant primaire, E' et I' ceux qui correspondent au courant secondaire; le rendement est $\frac{E'I'}{EI}$ (Voy. TRANSFORMATEUR).

Rendement d'une transmission d'énergie. — On appelle *rendement électrique* d'une transmission le rapport de l'énergie électrique fournie par la génératrice à celle qu'elle absorbe.

On nomme *rendement mécanique* le rapport du travail mécanique fourni par la réceptrice à celui qu'absorbe la génératrice (Voy. TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE).

Rendement des foyers lumineux. — D'après M. H. Fontaine, à qui nous empruntons ces renseignements, il y a lieu de chercher la quantité de lumière produite pour une dépense donnée de travail électrique, et le rapport existant entre la puissance utilisée en radiations lumineuses et la puissance totale consommée. M. Fontaine donne à ce dernier rapport le nom de *rendement optique :* il est d'environ 5 p. 100 pour les lampes à incandescence et 10 p. 100 pour l'arc voltaïque. D'ailleurs, les expériences qui ont donné ces nombres ne sont ni assez nombreuses, ni assez concluantes pour mériter une confiance absolue.

Ce qu'on peut déterminer avec précision, c'est le rendement lumineux d'un brûleur, ramené à la consommation d'un watt.

Rendement lumineux de l'arc voltaïque. — De nombreuses expériences ont été faites par M. Fontaine, MM. Sautter et Lemonnier, MM. Siemens et Halske, par les Commissions des Expositions de Paris, Munich, Vienne, Philadelphie et Anvers. On mesure l'intensité du courant et la différence de potentiel aux bornes de la lampe, ce qui donne l'énergie absorbée, puis on mesure l'intensité lumineuse méthodes photométriques ordinaires.

Le rendement dépend de la qualité e mètre des crayons, de l'intensité et d ture des courants employés, etc. Les continus sont beaucoup plus avantag les courants alternatifs; les premiers environ 100 carcels par cheval électri autres 50 seulement.

Rendement lumineux des lampes à cence. — Ces lampes ont été expériment ment dans plusieurs Expositions, nota Paris et à Munich. Depuis cette époq perfectionné leur fabrication, de faço menter la durée et le rendement. On jourd'hui des lampes qui ne dépen 2 watts par bougie, mais ce rendemen geux n'est atteint qu'aux dépens de l Pour les lampes capables de durer 100 il faut compter 4 à 4,8 watts par bougi fait 20 carcels par cheval.

Rendement de la houille en lumi trique. — L'effet utile de la houille tra en lumière électrique s'obtiendra e le produit des rendements de tous les intermédiaires : machine à vapeur, ligne, brûleur (rendement optique). O ainsi un rendement compris entre 0,0080 pour les lampes à incandescenc 0,0068 et 0,0160 pour l'arc voltaïque.

L'emploi d'accumulateurs diminuera ce rendement dans la proportion de même 50 p. 100. L'électricité transfo en lumière 0,010 au plus de l'énergi par la houille; malgré ce faible re c'est encore l'éclairage électrique qui le plus grand rendement optique.

Rendement des appareils télégraph On appelle ainsi le nombre des mots, formés de cinq lettres, qu'un appa transmettre en une minute, ou le n dépêches, supposées formées de 20 le préambule, qu'il peut transmettr heure.

Voici le rendement des principaux télégraphiques.

Appareil à cadran : 10 mots par mi 20 dépêches à l'heure.

Morse : 15 mots ou 25 dépêches.

Hughes : 45 à 50 dépêches.

Baudot (simple) : 50 dépêches.

Baudot (multiple) : 40 à 50 dépêche

Caselli : 33 dépêches de 30 centimètr

Meyer (autographique) : 25 à 30 dé 24 centimètres carrés.

Wheatstone (automatique) ; 25 dépêches par employé.

Le système duplex diminue un peu le rendement de l'appareil auquel on l'applique.

RENVERSEUR DE COURANT. — Appareil servant à changer le sens d'un courant (Voy. Commutateur).

Le renverseur joint aux piles médicales de M. Chardin se prête à toutes les combinaisons. Il se compose d'une pièce métallique A (fig. 821),



Fig. 821. — Renverseur de courant.

mobile autour de son milieu, et maintenue en contact avec la borne D par un ressort énergique. Si l'on veut renverser le courant seulement pour un instant, il suffit d'appuyer sur l'extrémité A, pour l'amener au contact des bornes C. Si l'on veut maintenir l'inversion pendant un certain temps, on pousse en outre le verrou B, dont l'extrémité pénètre dans la pièce A, et la maintient en contact avec C. Enfin, si l'on veut produire seulement des interruptions, on pousse d'abord le verrou B au-dessous de A, de sorte qu'en appuyant sur cette extrémité, on lui fait quitter D sans qu'elle vienne toucher C : le courant est donc interrompu, mais non renversé.

RÉPARTITEUR. — Disposition mécanique servant à rendre uniforme la force attractive des électro-aimants, qui varie avec la distance, ou à augmenter dans une certaine mesure la force de l'armature. Cet organe, imaginé par Robert-Houdin, a été appliqué par Foucault à son régulateur; voici en quels termes il indique l'importance de cette modification.

« Le défaut commun aux divers modèles de régulateurs usités jusqu'ici est que l'armature disposée en regard de l'électro-aimant se trouve, à l'égard des forces qui la sollicitent (magnétisme de l'électro-aimant et action du ressort antagoniste), dans un état d'équilibre instable, et par suite obligée de se précipiter sur l'un ou sur l'autre des arrêts qui limitent sa course. Cet inconvénient, déjà très grave dans les autres appareils, aurait encore davantage compromis la fonction de celui-ci, car il eût été soumis à une oscillation perpétuelle.

« Le ressort antagoniste n'agit plus sur l'armature, mais il est appliqué à l'extrémité d'une pièce articulée en un point fixe, dont le bord, façonné suivant une ligne courbe particulière, presse en roulant sur le prolongement du levier, qui forme ainsi un levier de longueur variable. L'armature doit donc toujours rester *flottante* entre les deux positions limites, car, à chaque instant, la force antagoniste du ressort est compensée par l'*effet de levier* ainsi produit. La position de l'armature est, autrement dit, à chaque instant l'expression de l'intensité du courant de la source électrique. »

RÉPÉTITEUR. — M. Preece a donné ce nom à un appareil télégraphique qui remplace deux transmetteurs et deux récepteurs, ce qui augmente beaucoup le rendement des appareils Wheatstone.

Répétiteur de cloches. — Voy. Cloche électrique.

Répétiteur d'électro-sémaphores. — Voy. Block-system.

Répétiteur optique. — Appareil employé dans l'exploitation des chemins de fer pour contrôler la manœuvre des disques à distance. En fermant le disque, on lance un courant dans un électro-aimant dont l'armature oscille et fait apparaître devant un guichet la partie d'un voyant qui est peinte en rouge. Quand le courant ne passe pas, on voit l'autre moitié du voyant, qui est peinte en blanc. Le même contrôle se fait aussi à l'aide d'une sonnerie (Voy. Contrôleur des disques).

Répétiteur phonique. — Système de bobines d'induction employé par M. Van Rysselberghe pour la télégraphie et la téléphonie simultanées (Voy. Téléphonie).

RÉPÉTITION DES HEURES PAR L'ÉLECTRICITÉ. — On peut facilement, avec une seule pendule ordinaire à sonnerie, placée dans une chambre, faire sonner les heures dans toutes les pièces d'un appartement. Il suffit de disposer dans toutes ces pièces des sonneries électriques ou des timbres quelconques munis d'un électro-aimant et placés tous dans un même circuit comprenant une pile. L'une des extrémités du fil est attachée à l'une quelconque des parties du mécanisme d'horlogerie de la pendule, et l'autre bout est fixé au-dessus du marteau, qui vient le toucher et fermer le circuit chaque fois qu'il se soulève pour frapper le timbre. A chacun de ces contacts, toutes les sonneries répètent le coup. Un petit nombre d'éléments Leclanché suffisent parfaitement pour cette application.

REPLENISHER. — Voy. Électromètre.

REPRODUCTEUR DE CHARGE. — Voy. Duplicateur et Replenisher.

RÉPULSION ÉLECTRIQUE. — Propriété que possède un corps électrisé de repousser les corps légers qu'il a d'abord attirés, parce que ces corps se chargent à son contact de la même électricité (Voy. ACTIONS ÉLECTRIQUES).

Répulsion des courants. — Voy. ÉLECTRO-DYNAMIQUE.

RÉPULSION MAGNÉTIQUE. — Propriété que possède un pôle magnétique de repousser un pôle de même nom (Voy. ACTIONS MAGNÉTIQUES et AIMANT).

RÉSEAU TÉLÉGRAPHIQUE. — Ensemble d'un certain nombre de lignes aériennes, souterraines ou sous-marines, qui sont reliées les unes aux autres.

Le réseau intérieur d'un pays est l'ensemble des communications de ce pays, un réseau international l'ensemble des communications qui relient plusieurs pays entre eux.

En Europe, les réseaux télégraphiques sont, à part quelques exceptions, exploités directement par les États auxquels ils appartiennent; ceux des États-Unis sont exploités par des Compagnies particulières. Il en est de même des lignes sous-marines.

Dans le réseau français, tous les bureaux d'un arrondissement sont reliés au bureau principal du chef-lieu, tous les bureaux des chefs-lieux d'arrondissement au bureau du chef-lieu de département. Parmi ces derniers, ceux d'une même région communiquent avec le centre régional, tous les centres régionaux avec Paris et avec les centres les plus voisins. Les fils qui établissent cette communication sont appelés *fils principaux de grande communication;* ceux qui relient les chefs-lieux aux centres régionaux sont les *fils principaux de moyenne communication*. Les *fils auxiliaires de grande communication* servent à réunir un centre régional avec un bureau qui n'est pas au chef-lieu de département, ceux de *moyenne communication* à relier un bureau de chef-lieu avec un bureau principal d'un autre département, ou deux bureaux principaux de départements différents, les *fils auxiliaires secondaires* à joindre deux bureaux municipaux de départements différents ou bien un bureau municipal avec un poste de dépôt.

Les *fils départementaux* unissent deux bureaux d'un même département; ils sont dits de *grande communication* s'il s'agit de deux bureaux principaux, *du réseau secondaire*, s'ils réunissent un bureau municipal avec son poste de dépôt.

Les *fils de jonction* relient un bureau de gare avec le bureau de l'État situé dans la même localité.

RÉSEAU TÉLÉMÉTÉOROGRAPHIQUE. — Réseau spécial destiné à l'échange quotidien des observations faites dans les divers observatoires météorologiques. Actuellement ce réseau emprunte encore en grande partie les fils du service ordinaire.

RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE. — Ensemble de lignes téléphoniques reliées entre elles. Ces réseaux ne comprennent que des lignes aériennes ou souterraines, les communications téléphoniques n'ayant pas pu encore être établies par les câbles sous-marins, à cause de la condensation. Les *réseaux urbains* comprennent l'ensemble des communications d'une même localité, les *réseaux interurbains* celles des localités différentes; les *réseaux internationaux* comprennent des bureaux situés dans des pays différents.

Le réseau de Paris est divisé en quartiers qui possèdent chacun un bureau central auxiliaire. Ces bureaux sont tous reliés à un bureau central, ce qui permet d'établir les liaisons suivant la fréquence des communications. La plupart des lignes sont souterraines et placées dans les égouts.

La Société générale des téléphones avait obtenu aux conditions suivantes l'autorisation d'organiser des réseaux suburbains autour des réseaux exploités par elle et de relier ces réseaux entre eux. Pour communiquer avec un réseau urbain, l'abonné du réseau suburbain devait payer le montant de l'abonnement à ce réseau urbain, plus une redevance supplémentaire de 600 francs; quand les deux réseaux étaient distants de plus de quatre kilomètres, il devait payer en outre une taxe de 100 francs par kilomètre. Si la ligne qui reliait les deux réseaux était construite en câbles souterrains, cette taxe était majorée de 50 pour 100. Les abonnements ne pouvaient être souscrits pour une période inférieure à cinq ans. Un tarif aussi élevé prit un caractère prohibitif, et il ne se forma aucun réseau suburbain autour des réseaux urbains exploités par la Société.

Sur les réseaux créés par l'État et faisant l'objet d'une exploitation parallèle, un système différent a été appliqué. Ce système consiste à relier à un réseau urbain, dit principal, toutes les petites localités qui les entourent et en sont comme les annexes, puis à relier ces réseaux principaux entre eux, de façon à former un groupe téléphonique. Chaque habitant demandant à être relié à un centre placé en dehors de l'agglomération dont il fait partie doit payer, en sus de l'abonnement urbain, 10 fr.

mètre de fil simple reliant entre eux le du réseau annexe à celui du réseau il. De plus, tous les abonnés des ré- nnexes ou principaux peuvent commu- entre eux dans l'intérieur du groupe, ant le payement d'une surtaxe en dé- de laquelle figure la somme déjà payée ier le bureau annexe au bureau prin-

s la reprise par l'État de l'exploitation aux établis par la Société générale des ies, les demandes affluent de tous les e la banlieue de beaucoup de villes, et ment de la ville de Paris, en vue d'ob- s communications téléphoniques subur- aux conditions jusqu'à présent admises réseaux de l'État.

n vue de donner satisfaction à ces de- que le ministre du commerce a fait décret suivant :

er. En vue de permettre l'échange des ications téléphoniques entre les abonnés ux urbains appartenant à une même région, aux téléphoniques urbains peuvent être s en groupes téléphoniques.

oupes téléphoniques sont élémentaires ou s.

. Le groupe téléphonique élémentaire est r la réunion d'un réseau principal et d'un urs réseaux annexes reliés au réseau prin- r une ou plusieurs lignes téléphoniques établies et entretenues aux frais de l'État.

. Les abonnés des réseaux annexes faisant un même groupe téléphonique élémentaire obtenir la communication avec tous les du groupe, à charge par eux de contracter nement supplémentaire.

que comporte cet abonnement est de 10 fr. nètre ou fraction de kilomètre de fil simple e bureau du réseau annexe par lequel est desservi au bureau central du réseau .

. Un réseau ne peut être déclaré réseau ue si cinq abonnés de ce réseau au moins l'engagement de contracter l'abonnement ntaire.

Les abonnés du réseau principal peuvent gratuitement la communication avec les de tous les réseaux annexes qui ont con- bonnement supplémentaire.

Le groupe téléphonique composé est formé nion de groupes téléphoniques élémentaires réseaux principaux sont reliés entre eux ou plusieurs lignes téléphoniques directes t entretenues aux frais de l'État.

Les abonnés des différents réseaux faisant un même groupe téléphonique composé obtenir la communication avec tous les du groupe, à charge par eux de contracter nement supplémentaire dont la taxe minima 0 francs par an.

ux de l'abonnement à l'un des réseaux du st plus élevé que celui des autres réseaux, la taxe comprend en outre la différence entre les taux des deux abonnements.

Art. 8. Le montant de l'abonnement fixé par l'article 3 vient en déduction du montant de l'abonnement fixé par l'article précédent.

Art. 9. Les abonnements supplémentaires aux groupes téléphoniques élémentaires ou composés sont soumis aux règles établies pour les abonnements aux réseaux urbains par le décret du 21 septembre dernier, en tant qu'elles ne sont pas contraires aux dispositions du présent décret, à l'exception toutefois des dispositions relatives aux cercles et établissements ouverts au public, contenues dans les artilces 2 et 9 dudit décret.

Art. 10. Le caractère légal du réseau annexe ou principal et du groupe téléphonique élémentaire ou composé est déclaré par décret rendu en conseil d'État.

Ce décret détermine la taxe à percevoir par application de l'article 7.

Art. 11. Jusqu'au jour où le réseau de la ville de Paris sera entièrement reconstitué, les abonnés des réseaux qui seront déclarés annexes à celui de Paris ne pourront pas exiger la mise en communication de ces réseaux annexes entre eux.

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE. — Tous les conducteurs offrent au passage du courant une certaine *résistance*, qui est d'autant plus grande qu'ils sont moins conducteurs. La résistance est l'inverse de la conductibilité; son emploi est beaucoup plus commode dans les calculs.

On nomme *résistance spécifique* d'un corps la résistance d'un fil dont la longueur et la section sont égales à l'unité. Soit ρ cette quantité. La résistance d'un fil de longueur l et de section s est

$$r = \rho \frac{l}{s}.$$

Elle est donc proportionnelle à la longueur et en raison inverse de la section, et de plus elle varie avec la nature de la substance.

Si l'on place plusieurs conducteurs bout à bout, la résistance totale est la somme des résistances

$$R = r + r_1 + r_2 + r_3 + \ldots\ldots$$

Si ces conducteurs sont au contraire placés en dérivation entre deux points d'un circuit, l'intensité est la même que si on les remplaçait par un conducteur unique, dont la conductibilité serait égale à la somme des conductibilités. La résistance R est donc donnée par la formule

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \ldots\ldots$$

D'où

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \ldots\ldots}.$$

S'il n'y a que deux dérivations, on a

$$R = \frac{rr_1}{r + r_1}.$$

Unité de résistance. — On se sert le plus souvent de l'unité pratique du système électromagnétique C.G.S, qui est l'*ohm* (Voy. ce mot) et qui vaut 10^9 unités absolues : c'est la résistance d'une colonne de mercure à 0° de 1 mm. carré de section et d'environ 106 cm. de longueur.

Mesure des résistances. — La méthode la plus simple, mais non la plus précise, consiste à intercaler la résistance inconnue avec un galvanomètre dans le circuit d'une pile. On note la déviation de l'aiguille, puis on remplace la résistance par une autre, dont on puisse faire varier la grandeur à volonté, et l'on ramène la déviation à la même valeur. Cette résistance variable s'obtient soit avec un fil dont on connait la résistance par unité de longueur, soit avec une boîte de résistances.

Au lieu de substituer à la résistance inconnue une résistance variable, on peut la remplacer successivement par deux résistances fixes et connues. On mesure dans les trois cas l'intensité en valeur absolue, et l'on a trois équations entre lesquelles on élimine la force électromotrice et la résistance de la pile. Il reste une équation qui donne la résistance cherchée.

Ces méthodes, simples mais peu précises, sont généralement remplacées par des appareils qui donnent une meilleure approximation.

MM. Woodhouse et Rawson construisent un appareil très simple, qui permet aux fabricants d'apprécier rapidement les qualités d'un fil de cuivre ou d'autre métal avant de l'employer.

Sur un support d'acajou sont fixées parallèlement deux paires de ciseaux d'une construction particulière, placées exactement à un mètre de distance, et une bobine étalon de résistance convenable (fig. 822). Le fil à essayer est attaché par un bout à l'extrémité de la bobine, puis tendu soigneusement entre les deux paires de ciseaux qui le serrent sans le couper. Le fil et la bobine sont alors disposés en série dans le circuit d'une pile bien constante, et l'on compare, avec un galvanomètre à réflexion, les différences de potentiel entre les deux bouts de la bobine étalon et entre les deux points du fil serrés par les ciseaux. De là, on déduit facilement la résistance de cette partie du fil. On coupe alors le fil en ces deux points, et on le pèse. Connaissant le poids, la longueur et la résistance, on peut apprécier facilement les qualités du fil. Cette disposition permet de comparer rapidement un grand nombre d'échantillons.



Fig. 822. — Appareil pour l'essai des fils métalliques.

Nous avons décrit plus haut l'ohmmètre de MM. Ayrton et Perry, destiné à mesurer la résistance d'un conducteur traversé par un courant.

La méthode la plus employée est celle du pont de Wheatstone, que nous avons décrite plus haut (Voy. ce mot), et qui convient très bien dans le cas des résistances moyennes; mais elle est moins bonne pour les résistances très grandes ou très petites.

Les difficultés qu'on rencontre dans la mesure des résistances très faibles sont dues surtout à l'importance relative que prennent les résistances des points de jonction, et à ce que le conducteur ne peut plus être assimilé à un fil linéaire, ayant deux dimensions négligeables par rapport à la troisième. Parmi les dispositions qui conviennent à ce cas, nous signalerons le pont double de sir W. Thomson et celui de MM. Siemens et Halske (Voy. Pont de Wheatstone) et le microhmmètre (Voy. ce mot).

M. Tait s'est servi avec avantage d'un galvanomètre différentiel pour comparer les résistances de grosses barres métalliques. Les deux barres étant placées en tension dans le circuit d'une pile, on relie l'une des bobines du galvanomètre à deux points de la première, l'autre à deux points de la seconde, et l'on règle la distance de ces points de façon à maintenir l'aiguille au zéro.

Pour les résistances très grandes, la diffi-

siste à les équilibrer avec les résis-
ılonnées dont on dispose ordinaire-
peut encore employer le pont de
ne, surtout si l'on n'a pas besoin d'une
le précision.

t aussi se servir d'un galvanomètre
el, en plaçant un shunt sur la bobine
spond à la résistance la plus faible R.
le pouvoir multiplicateur du shunt, i
ntensités, g et g_1 les résistances des
ines, k et k_1 deux facteurs proportion-
constantes galvanométriques des
es; on a

$$ki = k_1 i_1$$

$$i(x+g) = m i_1 \left(R + \frac{g_1}{m}\right).$$

tire

$$k(mR + g_1) = k_1 (x + g).$$

alvanomètre est réglé, on démontre
avoir $k = k_1$ et $g = g_1$. D'où il reste.

$$mR = x.$$

ons compris dans les résistances des
its x et R la résistance intérieure de
u'il faudra retrancher. Si le shunt ne
on fait passer dans les deux bobines
x résistances deux courants distincts,
lans R par un seul couple et le shunt,
r p éléments. On a alors

$$x = mpR.$$

re méthode consiste à mettre en série
composée d'un grand nombre d'élé-
ntiques montés en tension et les deux
s R et x à comparer. Un pont conte-
alvanomètre est attaché d'une part au
onction des deux résistances, de l'au-
point de la pile. On déplace le se-
t d'attache jusqu'à ce que le galvano-
au zéro. Si la pile contient $n+p$ élé-
qu'il y en ait n du côté de la résistance
p du côté de x, d'après les lois des
dérivés, le courant étant nul dans le
ensité est constante dans tout le reste
; on a donc

$$nE = I(nr + R)$$
$$pE = I(pr + x),$$

nt E et r la force électromotrice et la
intérieure de chaque élément.
de là

$$x = \frac{p}{n} R.$$

ıre de la résistance des diélectriques
l'isolement des câbles (Voy. Cable)
s exemples de grandes résistances.

Influence de la température. — Généralement la résistance des conducteurs augmente avec la température. Si r_0 est la résistance à 0°, on admet généralement que la résistance à t° est

$$r = r_0 (1 + \alpha t).$$

Pour les métaux purs, α est à peu près égal au coefficient de dilatation des gaz; il varie entre 0,0036 et 0,0038. Pour les alliages, il est beaucoup plus faible.

M. Matthiesen a indiqué la formule

$$r = r_0 (1 + at + bt^2),$$

dans laquelle on aurait, pour la plupart des métaux purs,

$$a = 0{,}003824 \qquad b = +\,0{,}00000126;$$

pour le mercure

$$a = 0{,}0007485 \qquad b = -\,0{,}000000398;$$

pour le maillechort ou argent allemand

$$a = 0{,}0004433 \qquad b = +\,0{,}000000152.$$

Enfin M. W. Siemens considère comme applicable à tous les cas la formule

$$r = A + BT^{\frac{1}{2}} + CT,$$

dans laquelle T représente la température absolue, c'est-à-dire $273 + t$.

Résistance spécifique des métaux et des alliages à 0° (en unités électro-magnétiques).

	RÉSISTANCE spécifique.	VALEUR p. 100 de la variation par degré à 20° C.
Argent recuit	1.521	0,377
— écroui	1.652	»
Cuivre recuit	1.615	0,388
— écroui	1.652	»
Or recuit	2.081	0,365
— écroui	2.118	»
Aluminium recuit	2 946	»
Zinc comprimé	5.690	0,365
Platine recuit	9.158	»
Fer recuit	9.827	»
Nickel recuit	12.600	»
Etain comprimé	13.360	0,365
Plomb comprimé	19.850	0,387
Antimoine comprimé	35.900	0,389
Bismuth comprimé	132.650	0,354
Mercure liquide	96.190	0,072
Alliage, 2 parties d'argent, 1 partie platine, en poids, écroui ou recuit	24.660	0,031
Maillechort (argent allemand) écroui ou recuit	21.170	0,044
Alliage, 2 parties or, 1 argent, en poids, écroui ou recuit	10.990	0,065

Résistance des liquides. — Elle se détermine comme celle des solides ; on place ordinairement le liquide dans un vase cylindrique, et l'on y introduit deux disques en métal, portés par des fils recouverts d'une enveloppe isolante. La distance de ces électrodes est mesurée avec soin.

Résistance des électrolytes. — Quand un liquide est décomposé par le courant, la mesure de sa résistance devient plus difficile, à cause de la polarisation des électrodes, qui augmente la valeur de la différence de potentiel observée entre les électrodes métalliques.

On peut cependant éliminer cette cause d'erreur en employant des électrodes de nature convenable, par exemple des électrodes de zinc dans du sulfate de zinc. En leur donnant une surface très grande par rapport à la longueur de la colonne liquide, et en renversant fréquemment le sens du courant, on peut arriver à faire les mesures avant qu'il se soit produit une polarisation notable.

On peut encore faire deux expériences avec des colonnes de liquide de longueur très différente, mais en laissant au courant à peu près la même intensité et la même durée ; on peut alors éliminer facilement l'influence de la polarisation.

MM. Kohlrausch et Nippoldt ont étudié la résistance des mélanges d'acide sulfurique et d'eau. Ils se servaient de courants magnéto-électriques alternatifs, dont la force électromotrice variait de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{74}$ d'élément Grove, et, au moyen d'un couple thermo-électrique cuivre-fer, ils réduisaient cette force à $\frac{1}{429\,000}$ de Grove. Ils ont trouvé que la loi d'Ohm s'applique à cet électrolyte, entre ces limites de force électromotrice. La résistance présente un minimum quand le mélange contient $\frac{1}{3}$ d'acide sulfurique. Elle diminue quand la température s'élève.

M. Lippmann a fait des mesures en plaçant dans le circuit d'une pile l'électrolyte et une boîte de résistances. Un commutateur à mercure permet de relier aux deux fils $\alpha\beta$ d'un électromètre capillaire les deux extrémités de la colonne liquide ou celles de la boîte de résistances. On règle la résistance de la boîte pour que la différence de potentiel entre ses deux extrémités soit la même qu'entre celles de la colonne liquide. La résistance de la caisse est alors égale à celle de l'électrolyte. Le liquide est placé dans un tube de verre terminé par deux disques métalliques perpendiculaires à son axe. Les parois du tube sont percées de deux trous fins, p et p', destinés à établir la communication avec l'électromètre, par l'intermédiaire d'ajutages latéraux, mastiqués sur le tube et remplis du même liquide. La polarisation n'intervient pas, la colonne pp' ne contenant aucune électrode traversée par le courant.

Résistance des gaz. — Sous les pressions ordinaires, la résistance des gaz est tellement grande, qu'ils peuvent être considérés comme absolument isolants.

MM. W. de la Rue et Hugo W. Müller, puis M. Varley, ont étudié la résistance des gaz raréfiés dans les tubes destinés à faire passer des décharges. Cette résistance dépend beaucoup plus du diamètre que de la longueur. Étant donnés deux tubes sensiblement de même longueur et de même diamètre, mais présentant, au milieu de leur longueur, une partie capillaire dans l'un, et un diaphragme en verre percé d'un trou dans l'autre, le rapport de la différence des potentiels n'était que 4,31, bien que l'étranglement, dans le premier tube, fût cent vingt-cinq fois plus long que dans l'autre. La résistance était mesurée par un pont de Wheatstone.

M. Varley donne les résultats suivants : « 1° Chaque tube exige un certain potentiel pour être amorcé ; 2° une fois ce potentiel minimum P établi, si l'on donne au potentiel les valeurs $P+1, P+2, \ldots . P+n$, l'intensité varie comme les nombres $1, 2, 3, \ldots . n$. Il semble qu'un certain effort soit nécessaire pour traverser le gaz raréfié ; après quoi, ce gaz se comporte comme un conducteur ordinaire, pourvu que l'on retranche de la pile réelle le nombre d'éléments capable de produire le potentiel P. »

« Il semble résulter de ces expériences, dit Maxwell, qu'il y a une sorte de polarisation des électrodes, dont la force électromotrice est d'un certain nombre n de Daniells, et qu'au-dessous de cette force la pile n'a d'autre effet que d'établir cet état de polarisation. Quand la polarisation a atteint son maximum, l'excès de la force électromotrice au-dessus de n éléments fait passer le courant conformément à la loi d'Ohm.

« La loi du courant à travers un gaz raréfié présente donc une grande analogie avec celle du courant à travers un électrolyte, où il faut tenir compte de la polarisation des électrodes. »

MM. de la Rue et Müller ont cherché si, en

nt les communications d'un tube à gaz après la décharge, les électrodes de ce ont polarisées chimiquement, comme le it celles d'un voltamètre. Le courant a paru résulter d'une charge statique, et une polarisation chimique.

tance des diélectriques. — Nous avons plus haut (Voy. Cable) un exemple de de la résistance des diélectriques. cette résistance augmente avec la durée ectrisation, on la mesure généralement t d'une minute de charge.

calcule la résistance R d'un condensa- diélectrique solide, on trouve qu'elle est a capacité C par la relation

$$CR = \frac{1}{4\pi} \rho k,$$

la résistance spécifique et k la constante ique. Ainsi, pour une couche cylindrique a-percha de longueur l, comprise entre ylindres métalliques de diamètres d et D ppe isolante d'un câble sous-marin),

$$R = \frac{\rho}{2\pi l} \log. \text{nép.} \frac{D}{d} = 0,366 \frac{\rho}{l} \log. \frac{D}{d}.$$

n tire

$$\rho = 2,729 \frac{lR}{\log. \frac{D}{d}}.$$

la bonne gutta-percha, la résistance ue, rapportée au centimètre cube, à t après une minute de charge, varie de 0^6 à 450×10^6 mégohms, ou de $3,89 \times$ $4,5 \times 10^{23}$ unités absolues électro- tiques.

sistance de la gutta-percha décroît rapi- lorsque la température augmente. MM. Clark et Bright, la formule sui- ndique la résistance R à t^o en fonction de tance R_0 à 0°

$$R = R_0 \times 0,8944^t.$$

une pression p, exprimée en kilo- es, la résistance est

$$R_p = R(1 + 0,00327 p),$$

la résistance à la pression ordinaire. emens mesure de la manière suivante la nce des diélectriques : on forme avec stance un condensateur à grande sur- nt une armature est portée au potentiel re étant reliée à la terre, et l'on mesure le temps t nécessaire pour que ce potentiel tombe à la valeur p. On a

$$p = Pe^{-\frac{t}{CR}}$$

d'où

$$R = \frac{t}{C \log. \text{nép.} \frac{P}{p}} = \frac{0,4343\, t}{C \log. \frac{P}{p}}.$$

En particulier, si l'on prend $p = \frac{P}{2}$, on a

$$R = 1,443 \frac{t}{C}.$$

Un câble construit avec de la gutta-percha, dont la résistance spécifique est 389×10^6 mégohms, met cent secondes à perdre la moitié de sa charge.

Après quelques minutes d'électrisation.	Résistance spécifique.	Température centigrade.	Références.
Mica..........	$8,4 \times 10^{22}$	20	Ayrton et Perry.
Gutta-percha..	$4,5 \times 10^{23}$	24	Etalon adopté pr Latimer Clark.
Gomme laque.	$9,0 \times 10^{24}$	28	Ayrton et Perry.
Matière de Hooper.........	$1,5 \times 10^{25}$	24	Essais récents de câbles.
Ébonite......	$2,8 \times 10^{25}$	46	Ayrton et Perry.
Paraffine......	$3,4 \times 10^{25}$	46	Id.
Verre.........	Pas encore mesurée avec précision, mais plus grande que les précédentes.		
Air............	Pratiquement infinie, quand il est froid.		

M. Foussereau a étudié la résistance des diélectriques. Il a trouvé que :

1° Leur résistance diminue quand la température s'élève;

2° Elle augmente considérablement en passant de l'état liquide à l'état solide. Le changement est cependant moins marqué pour les corps qui passent par l'état pâteux;

3° La structure moléculaire des solides influe beaucoup sur leur résistance; la forme cristalline l'augmente généralement;

4° La trempe diminue la résistance du verre et du soufre;

5° Toutes les modifications allotropiques des liquides modifient la résistance.

La Compagnie des téléphones de Londres a fait faire récemment quelques mesures relatives à la résistance des différentes espèces de bois qui peuvent être utilisées par les électriciens.

Ces mesures ont été prises au moyen de bornes placées de 2 en 2 pouces (51 mm.) dans

des pièces de bois des essences suivantes, chaque pièce ayant à peu près 80 millimètres de largeur et 18 millimètres d'épaisseur :

	Résistance en Mo.
Acajou	48
Sapin	214
Palissandre	291
Gaïac	397
Noyer	478
Teck	734

Ces résultats prouvent que le teck est le meilleur isolant. Il convient mieux pour les appareils électriques que l'acajou, qui est le plus mauvais isolant. On l'emploie beaucoup pour la construction des câbles artificiels.

Ces échantillons avaient été placés dans un endroit chaud et sec quelque temps avant l'époque de l'essai, car la conductibilité de la surface joue un grand rôle dans ces mesures.

Tous ces essais ont été faits dans le sens des fibres du bois. D'autres expériences ont démontré que le même morceau de bois donne une résistance de 50 à 100 p. 100 plus élevée, si l'on opère normalement aux fibres.

Résistance des substances organisées. — Elle est généralement très grande, et quelques-unes peuvent même être considérées comme parfaitement isolantes. Elle est, de plus, extrêmement difficile à mesurer, car le moindre changement produit des différences notables.

La résistance du corps humain, qui présente un grand intérêt au point de vue des applications médicales, est également impossible à mesurer avec précision. Elle est certainement de plusieurs milliers d'ohms. D'ailleurs, une notable partie de la résistance présentée par le corps au passage du courant est due au contact de la peau avec les électrodes; cette résistance varie énormément, suivant que la peau est sèche ou humide, enduite de matière grasse ou imbibée d'eau acidulée. Pour la diminuer, on a coutume de laver la peau à l'alcool ou à l'eau de savon, afin d'enlever les matières grasses, avant d'appliquer les électrodes.

Résistance de deux corps en contact. — Lorsque les surfaces de contact de deux corps solides sont bien propres et pressées l'une contre l'autre avec une certaine force, la résistance est à peu près la même que s'il y avait continuité. Mais elle est considérablement augmentée si l'une de ces conditions n'est pas remplie; aussi doit-on avoir soin, surtout dans les expériences de mesures, que tous les contacts soient toujours en parfait état.

Résistance des foyers lumineux. — La r tance de l'arc voltaïque diminue lorsque l'i sité du courant augmente. Ainsi, d' M. Preece, pour un courant de 10 webers unité absolue électro-magnétique C. G donnant 440 bougies anglaises, la résistan l'arc serait 2,77 ohms; pour un coura 21,5 webers et une lumière de 900 bougie: serait 1,07 ohm, et enfin, pour 30,12 web 1 230 bougies, elle ne serait plus que 0,54

La résistance des lampes à incande: diminue aussi à mesure que la tempé: augmente. Cette diminution persiste d'ab partie après le refroidissement. La rési: diminue donc ordinairement pendant le: ou trois cents premières heures de foncti ment; elle recommence ensuite à augm

Résistance de compensation. — Voy. SHU:

Résistance fictive. — L'extra-courant qui naissance à la fermeture d'un circuit di d'abord l'intensité du courant primaire. comme si la résistance du circuit éprouva augmentation d'abord notable, et qui ensuite en diminuant. L'extra-courant d ture équivaut à une diminution de rési: Cette variation fictive de la résistance pe très considérable pour de grandes vale coefficient de self-induction, ou pour une tion très rapide de l'intensité.

Résistance d'un galvanomètre. — La tance d'un galvanomètre peut se m comme celle d'un conducteur; mais il fau employer un autre galvanomètre pour fa lectures. Il est possible d'éviter cette c cation et de lire les déviations à l'aide d vanomètre même que l'on étudie. Voic méthodes très simples.

Méthode de l'égale déviation. — On f circuit avec une pile P, dont nous suppo la résistance négligeable, une boîte de tances et le galvanomètre étudié, sur les duquel on place d'abord un shunt en déri Soient g et s les résistances du galvan et du shunt, R celle de la boîte.

L'intensité totale est

$$I = \frac{E}{R + \frac{gs}{g+s}}.$$

Dans le galvanomètre (Voy. COURANTS D l'intensité est

$$i = \frac{Es}{R(g+s) + gs}.$$

On lit la déviation, puis on enlè La déviation augmente : on la

primitive en augmentant la résistance oîte; soit R' cette nouvelle valeur. L'in- totale est i, et l'on a

$$i = \frac{E}{R' + g}.$$

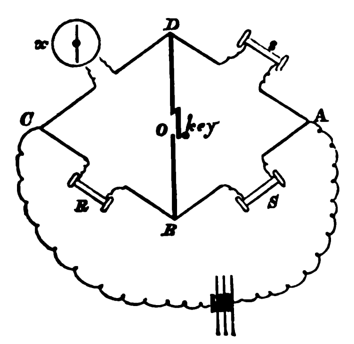
$$\frac{1}{R' + g} = \frac{s}{R(g + s) + gs}$$

$$g = \frac{R' - R}{R} s.$$

: méthode est simple, mais elle exige que stance de la pile soit assez faible pour puisse la négliger.

ode de sir W. Thomson. — Lorsque l'in- est nulle dans une dérivation, les inten- lans les autres branches sont indépen- de la résistance de la première; on peut sans rien changer, modifier la résistance e dérivation et même la couper. C'est ce rmet de remplacer le galvanomètre du e Wheatstone par un électromètre.

néthode de Thomson est fondée sur cette que. L'une des branches CD du pont 23) est formée uniquement par le galva-



823. — Mesure de la résistance d'un galvanomètre.

re x dont on cherche la résistance. Sur BD on place, au lieu d'un galvanomètre, errupteur (*Key*) O. Les autres branches isposées comme d'ordinaire. L'équilibre bli, lorsqu'on peut ouvrir ou fermer l'in- teur sans faire varier la déviation du omètre. On a alors

$$x = R \frac{s}{S}.$$

ure de la résistance intérieure des piles. liquide de la pile présente une certaine nce au courant, comme les autres con- urs placés dans le circuit. Cette résis- varie avec la distance et la surface des électrodes, la nature et la concentration des liquides, etc. Lorsque la pile est formée de plusieurs éléments, sa résistance totale varie suivant le mode d'arrangement (Voy. COUPLAGE).

Méthode d'opposition. — La méthode indiquée plus haut (p. 318) pour la mesure des forces électromotrices donne aussi la résistance des piles.

Supposons que la résistance R de AGM (fig. 358) se réduise à celle de la pile, celle des conducteurs étant négligeable; soit r la résistance de la dérivation ARM, c'est-à-dire du rhéostat R; nous avons trouvé

$$\frac{E}{E'} = \frac{r}{R + r} = \frac{a}{a + b}$$

a et b étant les résistances ajoutées aux rhéocordes dans la seconde expérience. On tire de la deuxième équation

$$R = \frac{b}{a} r.$$

On aura donc facilement R si l'on connaît exactement r.

Méthode de la demi-déviation. — On forme un circuit avec la pile et un galvanomètre; soit x la résistance de la pile, g celle du galvanomètre et du circuit. On note la déviation. L'intensité est

$$I = \frac{E}{x + g}.$$

On introduit ensuite une résistance R telle que l'intensité devienne $\frac{I}{2}$, et l'on a

$$\frac{I}{2} = \frac{E}{x + g + R}.$$

D'où l'on tire, en éliminant I et E

$$x = R - g.$$

Le galvanomètre peut être muni d'un shunt. On doit n'employer que de petites déviations, ou faire usage d'un appareil étalonné, afin que les déviations soient proportionnelles aux intensités.

Méthode de Wheatstone. — On forme un circuit avec la pile de résistance x, une boîte de résistances à laquelle on donne d'abord une résistance R et un galvanomètre de résistance g. L'intensité est

$$(1) \qquad I = \frac{E}{x + R + g}.$$

Après avoir lu la déviation, on attache aux deux bornes du galvanomètre une déviation

de même résistance g. L'intensité totale devient

$$I' = \frac{E}{x + R + \frac{g}{2}}.$$

Le courant se partage également entre les deux dérivations, et par suite l'intensité dans le galvanomètre est

$$i = \frac{I'}{2} = \frac{E}{2x + 2R + g}.$$

La déviation a donc diminué. On la ramène à sa première valeur en enlevant de la caisse une résistance r. L'intensité totale devient

$$I' = \frac{E}{x + R - r + \frac{g}{2}}$$

et dans le galvanomètre

$$(2) \qquad I = \frac{E}{2(x + R - r) + g}.$$

De (1) et (2) on tire

$$x = 2r + R.$$

Méthode de sir W. Thomson. — Cette méthode est une des plus employées. On fait un circuit avec la pile P, une boîte de résistances R à laquelle on donne d'abord une résistance r et un galvanomètre G (fig. 824).

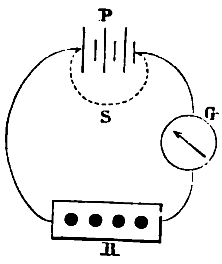


Fig. 824. — Méthode de Thomson.

On attache d'abord aux deux pôles de la pile une dérivation S, de résistance s. On lit la déviation, puis on supprime la dérivation S. L'intensité augmente; on la ramène à sa première valeur en augmentant la résistance de la boîte, qui devient R.

L'intensité est d'abord, dans la dérivation GR,

$$I = \frac{Es}{x(g + r + s) + s(g + r)}.$$

Dans le second cas, l'intensité totale est

$$I = \frac{E}{x + g + R}.$$

D'où l'on tire

$$x = \frac{R - r}{g + r} s.$$

La dérivation S peut être formée d'une boîte de résistances : il suffit de 5 ohms. La résistance des conducteurs doit être négligeable. On peut prendre pour R un rhéocorde de 1 mètre de longueur, formé de fil assez résistant, par exemple du fil d'acier de $\frac{1}{3}$ de millimètre.

La table de mesures décrite plus haut (Voy. MESURES) permet d'appliquer cette méthode. La pile est reliée au commutateur multiple 3 (Voy. fig. 611 et 780) d'où le courant passe par 5 dans la caisse 6 : il traverse la branche A du pont (la branche AD étant coupée), puis la résistance BC, la prise de courant 9, fermée par une cheville, revient au point D et de là au commutateur 5 *bis*, dont la cheville 3 est en place. Il est dirigé dans le galvanomètre à travers le shunt 10 et la clef de court-circuit 11, et revient au commutateur 5 *bis*, où la cheville 4 *bis* l'envoie dans la seconde moitié de la table. Le circuit se ferme en effet par la clef de décharge 1: et la fiche 2 *bis* du commutateur 5. La dérivation S s'obtient en mettant la lame de contact entre les deux bornes de la caisse 7, qui se trouve ainsi placée en dérivation à partir de l'inverseur de courant 4.

Méthode de Mance. — On dispose un pont de Wheatstone semblable à celui de la figure 82: mais on met la pile à la place du galvanomètre x et réciproquement. Le principe est le même que celui de la méthode de Thomson (p. 675); lorsque le pont BD n'est parcouru par aucun courant, on peut ouvrir l'interrupteur O sans changer l'intensité dans les autres branches, et par conséquent sans changer la déviation du galvanomètre. La résistance x de la pile est alors donnée par

$$x = \frac{s}{S} R.$$

La méthode de Mance est très simple; mais le courant est trop énergique et imprime à l'aiguille aimantée des oscillations trop grandes pour qu'on puisse employer un galvanomètre sensible. Ainsi, avec l'appareil à réflexion de Thomson, il est difficile de maintenir l'image lumineuse dans les limites de l'échelle.

M. Lodge a supprimé cet inconvénient en coupant la dérivation qui contient le galvanomètre pour y intercaler un condensateur.

La table de mesures linéaires décrite haut (Voy. PONT DE WHEATSTONE, fig. 78[illegible] servir à mesurer la résistance in[illegible]

es à l'aide de la méthode de Mance, modifiée r M. d'Infreville. La pile est reliée à la table, qui est disposée de façon que sa clef à double contact fasse office de clef de court circuit; le

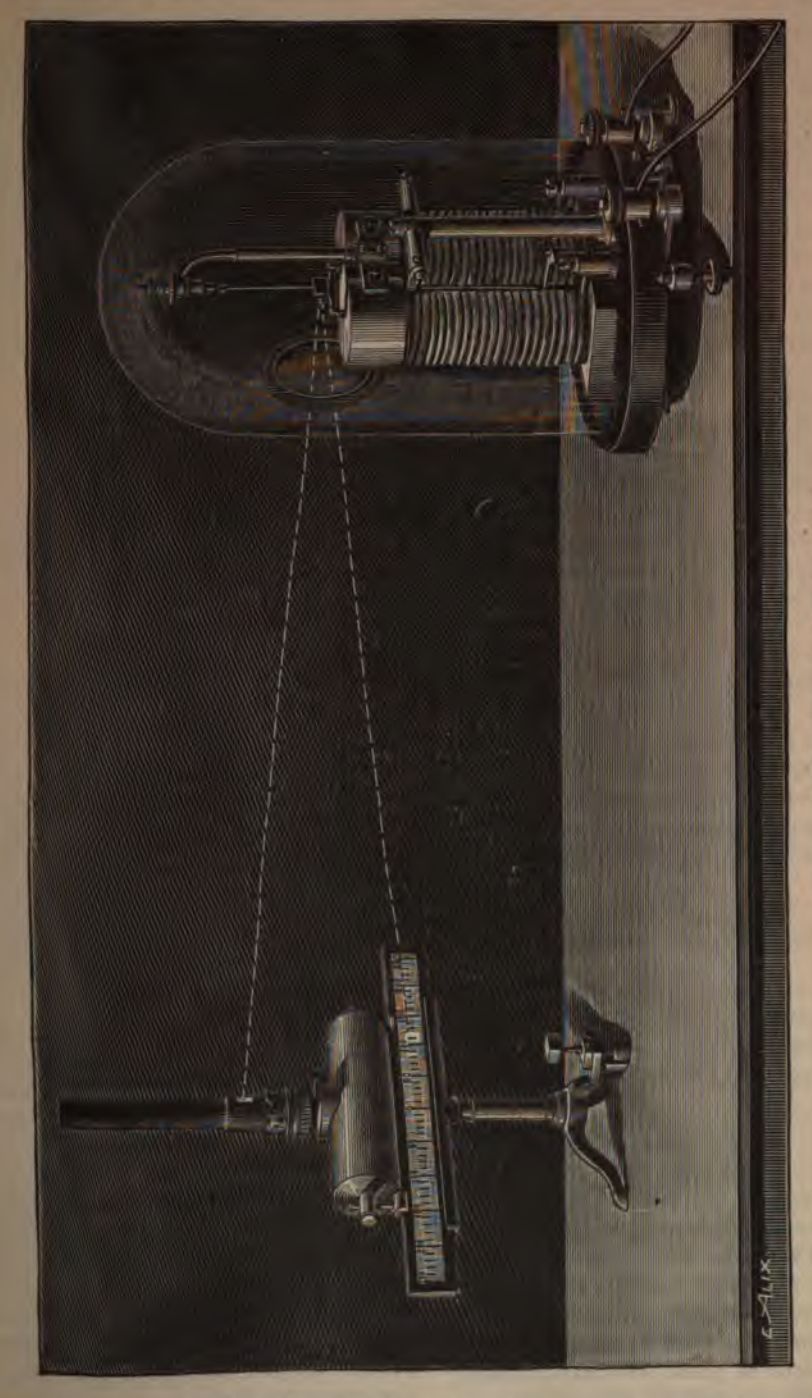


Fig. 823. — Galvanomètre pour la méthode de Mance.

rant, se divisant dans les deux branches du t, au lieu de déverser ses deux portions ectement dans le galvanomètre, les envoie dans le circuit primaire d'une petite bobine d'induction dont le circuit secondaire passe par le galvanomètre. On a ainsi des déviations

plus petites et l'image lumineuse ne sort pas de l'échelle divisée. Dans cette opération, le galvanomètre ordinaire de la table est remplacé par un galvanomètre à réflexion plus sensible. Cet appareil (fig. 825) se compose d'un aimant en fer à cheval vertical; les pôles, placés à la partie supérieure, sont reliés par des traverses d'ivoire à une forte armature de fer doux. Dans l'espace compris entre les pôles et l'armature tourne un équipage mobile formé de deux petites bobines de fil très fin, reliées l'une à l'autre par une pièce légère en ivoire, et placées chacune au-dessus de l'un des pôles de l'aimant. Ces deux bobines sont réunies en tension. Elles reçoivent le courant par les deux fils d'argent verticaux qui supportent l'équipage mobile; au bas du fil supérieur est placé le miroir. Ce fil est fixé à un bouton qui peut tourner et se déplacer verticalement au sommet de l'appareil pour le réglage.

Méthode de Munro. — Cette méthode repose sur l'emploi des condensateurs; la pile ne fonctionne que pendant un temps extrêmement court et par suite n'a pas le temps de se polariser.

On met en circuit la pile P de résistance x, un galvanomètre à réflexion de Thomson G, un condensateur C et un interrupteur. Soit R la résistance du circuit intérieur.

Si l'on ferme l'interrupteur, le condensateur se charge à travers le galvanomètre, qui subit une déviation instantanée α. Si Q est la quantité d'électricité qui a traversé l'appareil, on a

$$Q = \frac{E}{R},$$

E étant la différence de potentiel entre les pôles de la pile, ou, puisque le circuit est ouvert au condensateur, la force électromotrice. Si les déviations sont petites, α est proportionnelle à Q

$$\alpha = k\frac{E}{R}.$$

Pour éliminer k et R, le circuit restant fermé, on établit, à l'aide d'un autre interrupteur, une dérivation de résistance s sur les bornes de la pile. Par suite, la différence de potentiel entre les pôles diminue et devient V; le condensateur se décharge donc en partie, et le galvanomètre est traversé par une quantité d'électricité

$$Q' = \frac{E-V}{R}.$$

Il indique donc une déviation α' de sens contraire à la première

$$\alpha' = k\frac{E-V}{R}.$$

D'où

$$\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{E-V}{E}.$$

Dans le circuit fermé, constitué par la pile et la dérivation s, le potentiel décroît uniformément, suivant la règle ordinaire. Donc

$$\frac{V}{E} = \frac{s}{x+s}.$$

D'où l'on tire

$$\frac{\alpha'}{\alpha} = 1 - \frac{s}{x+s}$$

et

$$x = \frac{\alpha'}{\alpha-\alpha'}s.$$

RÉSISTANCE MAGNÉTIQUE. — Par analogie avec l'électricité, on appelle résistance magnétique une quantité

$$\frac{1}{\mu}\frac{l}{s}$$

qui varie en raison directe de la longueur et en raison inverse de la section. Le coefficient représente la résistance spécifique. C'est l'inverse de la conductibilité ou perméabilité magnétique μ.

L'analogie avec la résistance électrique existe surtout dans les formules, car la résistance électrique ne dépend ni de la force électromotrice ni du flux d'électricité, tandis que la résistance magnétique est une fonction des deux quantités correspondantes.

RÉSISTANCE (Bobine et Boite de). — Voy. Bobine et Boite.

RETARD D'AIMANTATION. — L'intensité d'aimantation n'est pas constante pour une même valeur de la force magnétisante : elle dépend des états antérieurs. Ainsi, lorsqu'on fait croître la force magnétisante jusqu'à un certain maximum, puis décroître jusqu'à zéro, l'intensité est plus grande dans la période descendante que dans la période ascendante. Il y a *retard* de l'aimentation par rapport à la force magnétisante. Ce retard est un effet de la force coercitive : il est plus grand pour l'acier que pour le fer doux.

RÉTENTIVITÉ MAGNÉTIQUE. — M. Hopkinson propose de donner ce nom à la cause qui ramène une substance magnétique à l'état

, malgré la force coercitive, après l'appli-
d'une force magnétisante intense.

OUR (COURANT DE). — Courant observé
ıe ligne télégraphique bien isolée, lors-
la met rapidement en communication
: récepteur après l'avoir fait communi-
vec la pile.

OUR (FIL DE). — Conducteur qui revient
ɪpareils au pôle négatif. Dans les télé-
s, le retour se fait généralement par la

EILLE-MATIN ÉLECTRIQUE. — Réveille-
dont la sonnerie est actionnée par un
t électrique. Il en existe un grand nombre
dèles. Quelques-uns se composent d'une
montre qu'on peut porter dans la poche pendant la journée, et qu'on place le soir sur un support spécial; tel est le *chronophone*, décrit plus haut.

M. Burmann a imaginé un appareil analogue. Une sonnerie trembleuse et sa pile sont placées dans une petite boîte, recouverte par le timbre et surmontée d'un petit support qui reçoit la montre; le verre de celle-ci peut tourner et porte une petite languette métallique qu'on amène ainsi à l'heure à laquelle on veut être réveillé. Les communications sont établies d'avance de telle sorte que l'aiguille des heures, lorsqu'elle vient toucher la languette, ferme le circuit et mette en marche la sonnerie, qui s'ar-

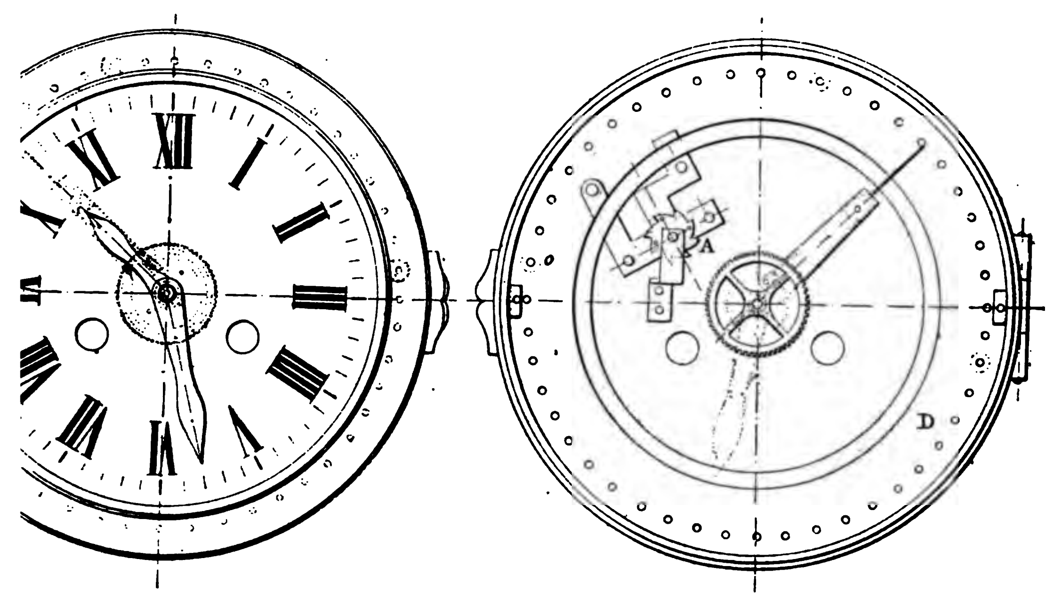


Fig. 826. — Cadran du réveille-matin (système Gorges).

ılement lorsque l'aiguille abandonne la
te. En donnant à cette pièce une largeur
ı moins grande, on peut prolonger la
e à volonté.

le système Gorges, une pendule ordi-
ərt de réveille-matin : la disposition est
ıple et les pièces ajoutées au mécanisme
re sont complètement cachées. La
26 montre l'aspect extérieur et intérieur
an; la figure 827 représente les détails
canisme. Le cadran est entouré d'un
le cuivre D, percé de trous en face des
ıtes divisions. Si l'on veut par exemple
reillé à 2 h. 50 m., on enfonce une che-
ıns le trou *o*, qui correspond à cette
Le cercle D et la cheville, complète-
ment cachés par la couronne qui entoure le verre, communiquent avec la sonnerie et avec l'un des pôles de la pile. L'autre pôle est relié à une goupille *i* placée sur la roue des heures R, par l'intermédiaire des pièces du mécanisme. La roue R porte une pièce en cuivre *a* dont elle est isolée par une rondelle en ébonite, et qui est munie d'un prolongement E parallèle à l'aiguille des heures. Sur la pièce *a* est fixé un ressort *bb'*, qui peut tourner librement autour de la vis *c*; un autre ressort *d* appuie la branche *b'* contre la goupille *i*.

Lorsque l'aiguille des heures passe devant la cheville *o*, l'extrémité du ressort *b* vient toucher cette cheville et ferme le circuit. La sonnerie tinte, mais seulement pendant un instant, car,

l'aiguille continuant à avancer, la pression de la cheville fait basculer le ressort *bb'*, malgré l'action du ressort *d*, et écarte l'extrémité *b'* de la goupille *i*, ce qui rompt le circuit.

On peut placer autant de chevilles que le disque D porte de trous ; la sonnerie fonctionnera à chaque contact.

Enfin, si l'on veut être réveillé tous les jours à la même heure, il est commode de laisser la cheville en place, mais il est inutile que la sonnerie tinte deux fois en vingt-quatre heures. On pourrait éviter cet inconvénient avec un interrupteur ; mais on a jugé préférable d'ajouter à l'appareil un interrupteur automat (fig. 826).

Cet interrupteur se compose d'une ro chet munie de huit dents, qui portent en deux des chevilles fixes, disposées nière à pouvoir appuyer sur un resso des pièces du mouvement et en commu directe avec la pile. La roue à rochet é liée au disque D, celui-ci ne communiq la pile que si le ressort est pressé par l' chevilles du rochet. Supposons que l'ai vienne d'échapper la cheville en *o*, et sonnerie ait fonctionné ; c'est que le re

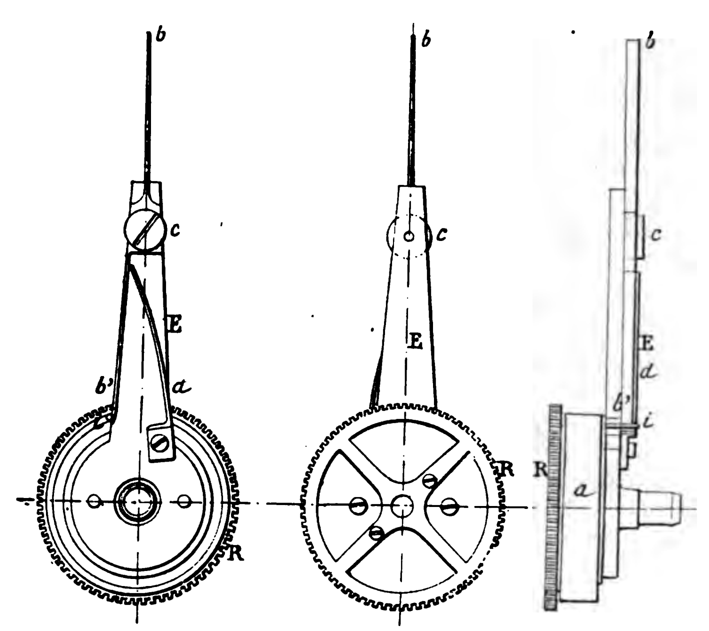


Fig. 827. — Détails du contact.

l'interrupteur A était pressé par l'une des chevilles du rochet. La pièce E continuant à tourner, une buttée *m*, fixée au-dessous de *a*, rencontre le rochet et le fait avancer d'une dent. Lorsque l'aiguille E rencontre la cheville *o* douze heures plus tard, cette cheville est isolée et le circuit ne se ferme pas. La buttée ne rencontrant le rochet que toutes les douze heures, le cercle D est alternativement isolé ou relié à la pile pendant chacune de ces périodes.

Cet appareil est simple et solide; il permet de placer la sonnerie à une distance quelconque de la pendule ; il peut fonctionner successivement à plusieurs heures et peut servir dans les Compagnies de chemins de fer, bateaux, etc., à avertir de l'heure des départs.

On peut encore transformer facilement en réveille-matin une pendule quelconque. la sonnerie et l'un des pôles de la pile vement d'horlogerie et l'autre pôle à recourbée, qu'on place devant le c l'heure voulue, de sorte que la grande passe par-dessus le crochet de la tig toucher, mais que l'aiguille des heure fermer le circuit au moment où la sonn se faire entendre.

On obtient le même résultat en pl deux extrémités des conducteurs à u distance l'une de l'autre devant le ca façon que l'aiguille des heures vienne les deux piles à la fois.

M. Lamon fixe, sur la chaîne d'un p poids dit *coucou*, une boule métallique la descente des poids, vient to

voulue deux contacts isolés et fermer le circuit de la sonnerie. Toutes ces dispositions très simples permettent de mettre en marche simultanément un nombre quelconque de sonneries, placées à une distance quelconque.

RÉVERSIBILITÉ DES MACHINES D'INDUCTION. — Voy. Machine.

RHÉÉLECTROMÈTRE. — Appareil imaginé en 1833 par Marianini pour indiquer le sens et l'intensité des courants, et notamment de ceux produits par la foudre. Le rhéélectromètre a été perfectionné par M. Melsens. Il se compose d'une bobine renfermant des tiges de fer ou mieux d'acier complètement exemptes de magnétisme : au-dessus est disposée une grosse boussole dont l'aiguille aimantée est perpendiculaire à ces tiges. Si l'on fait passer un courant dans la bobine, les tiges s'aimantent et dévient l'aiguille de la boussole. Les tiges d'acier sont portées au rouge entre chaque expérience pour les désaimanter. Pour étudier les courants produits par la foudre, on relie la bobine à deux points de la tige d'un paratonnerre, ou, pour éviter la fusion du fil, à deux points d'un conducteur parallèle au paratonnerre; la bobine est alors parcourue par des courants induits. Le rhéélectromètre est employé dans ce but à l'observatoire du mont Ventoux; il est également en usage sur le réseau télégraphique belge.

RHÉOCORDE. — Forme particulière de rhéostat imaginée par Pouillet. Le rhéocorde est formé d'un fil métallique bien calibré, dont une extrémité est reliée au circuit : l'autre bout du circuit communique avec un curseur qui se déplace sur le fil; une division indique la longueur de fil et par conséquent la résistance intercalée dans le circuit.

Il est plus commode d'employer deux fils *ff'* parallèles (fig. 828), qu'on maintient bien tendus à



Fig. 828. — Rhéocorde de Pouillet.

l'aide d'une poulie T, commandée par la vis *r*. Les deux bornes BB' communiquent avec le circuit. Un curseur *m* plein de mercure glisse sur les fils : sa résistance étant négligeable, la résistance intercalée est égale à deux fois sa distance aux bornes. La cheville F permet de mettre l'appareil en court circuit. Le rhéocorde est d'un emploi commode. On peut lui reprocher que les points de contact du fil avec le mercure sont souvent mal connus.

RHÉOLYSEUR. — Sorte de pont de Wheatstone imaginé par M. Wartmann et qui permet de graduer l'intensité d'un courant depuis zéro jusqu'à un certain maximum.

RHÉOMÈTRE. — Nom donné par Schweigger aux premiers galvanomètres, formés d'une seule aiguille placée dans un multiplicateur rectangulaire. Se dit souvent du galvanomètre.

RHÉOPHORE. — Nom donné aux fils qui réunissent les pôles d'une pile avec les appareils destinés à utiliser le courant.

RHÉOSTAT. — Appareil servant à introduire dans un circuit une résistance variable, de manière à ramener l'intensité à la valeur qu'on désire.

Le rhéostat de Wheatstone (fig. 829) est formé de deux cylindres parallèles, sur lesquels s'enroule un fil de laiton ou mieux de maillechort. L'un des cylindres A est en laiton; l'autre B, en bois ou en ébonite, est creusé d'une rainure dans laquelle s'enroule le fil qui passe ensuite sur le cylindre métallique. Une manivelle M permet de faire tourner les deux cylindres à la fois, dans le même sens et avec la même vitesse. On peut ainsi faire varier les longueurs du fil enroulées sur chacun des cylindres.

Si l'appareil est placé dans un circuit, l'interrupteur O fermé, sa résistance est égale à celle de la portion du fil enroulée sur le cylindre isolant, celle du cylindre métallique étant négligeable. On peut donc augmenter ou diminuer cette résistance en tournant la manivelle dans un sens ou dans l'autre. Le courant entre par *a*, suit le cylindre de laiton, puis le fil enroulé sur B, et revient à la borne *c*. La résistance du fil commence au point où il se détache tangentielllement du cylindre métallique ; elle est donnée par le nombre de tours, entier ou fractionnaire, qu'il fait sur le cylindre isolant. Les tours entiers sont indiqués par une règle divisée placée entre les deux cylindres, la fraction par une aiguille fixée au cylindre isolant et tournant sur un cadran.

Ce rhéostat peut servir à faire varier l'intensité d'un courant ou à mesurer une résistance par substitution. Dans ce dernier cas, on place cette résistance en K et l'on tourne le rhéostat jusqu'à ce que l'intensité ne change plus quand on ouvre ou qu'on ferme l'interrupteur O.

Cet instrument est moins commode que le rhéocorde : si les cylindres ne tournent p exactement ensemble, il peut arriver que fil de maillechort ne soit plus bien tendu, et résistance n'est plus connue exactement. S W. Thomson a perfectionné le rhéostat Wheatstone pour faire disparaître cet inco vénient.

Plusieurs modèles de rhéostats utilisent l

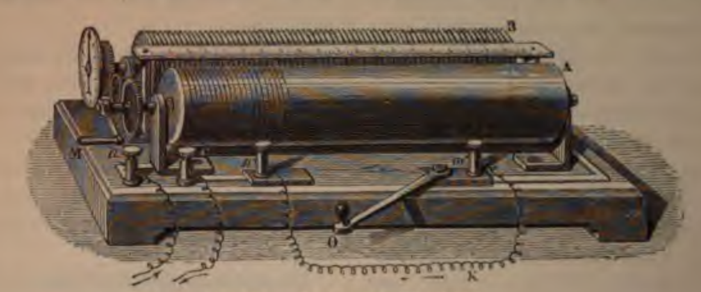


Fig. 829. — Rhéostat de Wheatstone.

variations de la résistance du charbon avec la pression. Le rhéostat de M. Edison est formé de disques de soie enduits de graphite et placés dans un cylindre où on les comprime avec une plaque métallique mue par une vis micrométrique. La pression est indiquée sur un cadran ; la résistance peut varier de 400 à 6 000 ohms. Le rhéostat de M. Engelmann est constitué par dix plaques formées d'un mélange de graphite et de gélatine que l'on comprime à l'aide d'une vis. L'élasticité de la gélatine permet de faire varier la résistance entre des limites très étendues, malgré le petit volume de l'appareil.

Rhéostats pour distributions d'électricité. — Dans les installations de lumière, les distributions d'énergie, etc., on emploie souvent des rhéostats pour maintenir constante l'intensité du courant en intercalant des résistances dans le circuit extérieur ou dans le circuit inducteur de la dynamo. Lorsque ces résistances sont introduites automatiquement, l'appareil prend le nom de régulateur (Voy. ce mot) : lorsqu'elles sont introduites à la main, c'est un rhéostat. Il y a même des régulateurs, comme celui d'Edison, décrit plus haut, qui, étant mus à la main, ne sont pas autre chose que des rhéostats.

Ces rhéostats ne diffèrent guère que par des détails de construction. L'un des plus simples est celui qu'emploie la Société des lampes Cance (fig. 830) : un fil nu en maillechort est enroulé en hélice, de manière que les différentes spires ne se touchent pas, sur un cylindre en fonte émaillée, garni de band d'amiante. Les deux extrémités du circuit com muniquent d'une part avec l'un des bouts d



Fig. 830. — Rhéostat Cance.

rhéostat, d'autre part avec un curseur mobil sur une règle verticale, et qui porte un pign dont les dents sont séparées par une distan égale au pas de la spirale. Quand on fait gliss ce curseur, on change la résistance sans inte rompre le courant, car il y a toujours de dents en contact avec l'hélice.

Toutes les lampes sont montées en dériv tion, et chacune d'elles a dans son circuit rhéostat, de façon qu'on puisse amener la r sistance et par suite l'intensité à être la mên dans toutes les dérivations.

Le rhéostat Bardon (fig. 831) est constitué ussi par un fil nu de maillechort dont les dif-rentes spires sont isolées les unes des autres r de l'amiante. Un curseur mobile sur une gle verticale permet de faire varier la résis-nce. Son extrémité est assez large pour tou-ler en même temps deux spires consécutives, n d'empêcher les interruptions.

Le rhéostat Wirt (fig. 832), très employé en gleterre, est construit de la manière sui-nte. On prend du fil recouvert d'une gaîne lante et on l'enroule sur un tube de papier rté par un mandrin. On recouvre d'une uche de vernis, pour faire adhérer le fil au pier, on enlève le mandrin et, avant que le vernis soit complètement sec, on aplatit le tube en le comprimant fortement, puis on l'enroule sur la surface d'un cylindre métal-lique, mobile autour d'un axe vertical. Enfin, après avoir donné une nouvelle couche de vernis, on met le fil à nu sur toute la circon-férence médiane, afin de permettre le contact avec un balai horizontal, fixé à ses deux bouts. Le circuit communique d'une part avec le fil du rhéostat par le cylindre de cuivre, auquel il est soudé, d'autre part avec l'une des extré-mités du balai. Les spires du fil sont verticales et l'on fait varier la résistance en faisant tourner le cylindre à l'aide du bouton moleté supérieur; chaque déplacement du contact

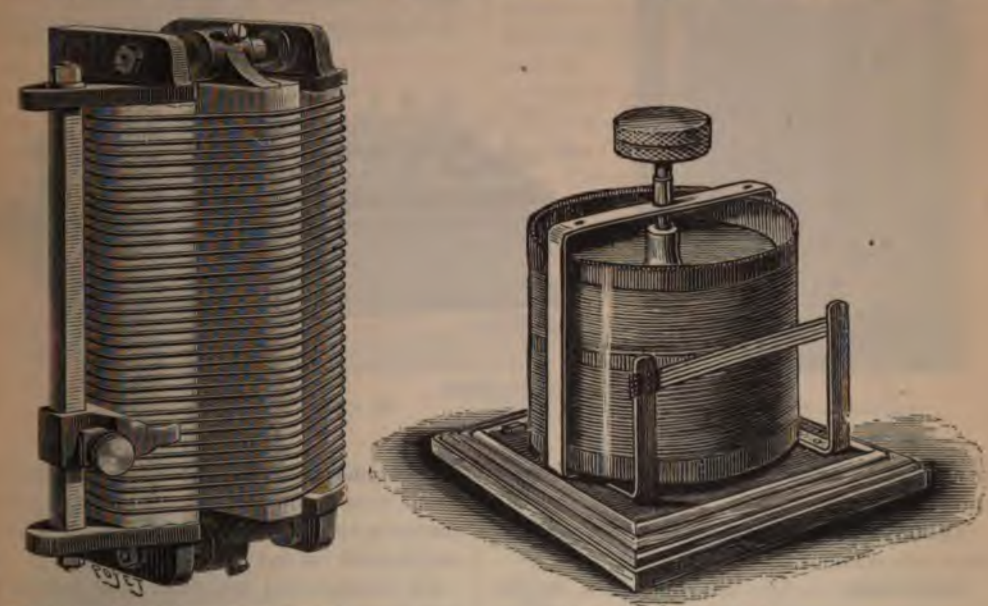


Fig. 831. — Rhéostat pour lampe (Bardon).

Fig. 832. — Rhéostat Wirt.

roduit ou supprime une longueur de fil égale a circonférence du tube de papier. La résis-nce peut être indiquée par le déplacement n index sur un cadran. Cet appareil est s compact; le modèle le plus employé, dans quel le cylindre n'a que 8 centimètres de hau-r, peut donner une résistance de 45 à 00 ohms.

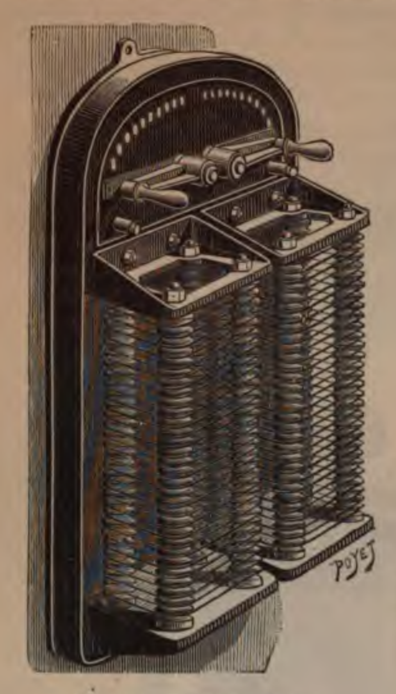
Souvent aussi on emploie des rhéostats for-s d'un certain nombre de spirales de maille-ort ou de baguettes de charbon placées verti-ement. Les extrémités de ces résistances outissent à des plots rangés en ligne droite en cercle et l'on peut en prendre un nombre riable à l'aide de chevilles ou d'une manette urnant autour du centre. Le modèle repré-senté (fig. 833) est employé par la Société Edison dans le circuit inducteur des dynamos pour maintenir la force électromotrice cons-tante. Il est muni de deux cadrans dont l'un, pris en entier, présente une résistance égale à celle intercalée entre deux touches consécu-tives de l'autre. Le réglage peut se faire ainsi très exactement.

Rhéostats médicaux. — On emploie des rhéostats dans les applications médicales, soit pour faire des mesures rapides, soit pour gra-duer l'intensité des courants. Ils doivent donc être très résistants. M. Gaiffe construit pour cet usage un rhéostat (fig. 834), qui a la forme d'une boîte de résistances, et qui, sous un petit volume, donne une résistance totale de plus

de 40000 ohms. On intercale les bobines en desserrant les écrous correspondants. Ces bobines sont en fil de maillechort.

Lorsqu'on ne se propose pas de faire des mesures, mais seulement de graduer l'intensité, il est plus simple d'employer un rhéostat à liquide ; l'une des électrodes se déplace par une vis de rappel et l'on peut faire varier la résistance de 10 à 150 ohms.

Le rhéostat appliqué par M. Trouvé à son polyscope se compose d'un fil de maillechort enroulé en spirale, et d'une tige métallique, fendue à la partie inférieure pour faire ressort, et qui glisse dans l'intérieur de la spirale. Les spires successives de celles-ci ne se touchent pas et sont isolées par une enveloppe de carton du tube métallique qui sert d'enveloppe. Le courant entre par le bas du ressort et sort par la tige, dont la résistance est négligeable. Lorsque la tige est poussée à fond, la résistance est minima. A mesure qu'on la soulève on augmente le nombre des spires intercalées;



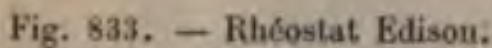

Fig. 833. — Rhéostat Edison.



Fig. 834. — Rhéostat médical.

ce nombre est donné par une graduation tracée sur la tige.

RHÉOSTATIQUE (MACHINE). — Voy. MACHINE RHÉOSTATIQUE.

RHÉOTOME. — Syn. d'INTERRUPTEUR. Se dit surtout des interrupteurs destinés à rompre le circuit d'une manière périodique et régulière.

Rhéotome liquide. — G. Planté a remarqué que, si l'on interpose dans un circuit un voltamètre à eau acidulée muni d'une électrode de platine et d'une électrode d'aluminium, le courant passe très bien lorsque l'électrode positive est formée par le platine, mais il est arrêté presque complètement lorsque cette électrode est constituée par l'aluminium, parce que l'alumine formée est insoluble et conduit mal. Ce fait a été appliqué par M. Ducretet à la construction d'un rhéotome à direction constante qui peut être utile dans certains cas. M. Caël a montré qu'on arrête mieux le courant en remplaçant l'eau acidulée par le bichromate de potasse et surtout par le bicarbonate de soude.

Rhéotome de Bell. — M. Bell a donné le même nom à une sorte de phonographe fondé sur cette observation qu'un jet d'air projeté sur une flamme lui fait rendre un son.

Un petit faisceau lumineux vient tomber par une fente étroite sur une plaque photographique qui tourne en spirale derrière cet orifice. En parlant dans un téléphone dont la membrane est percée d'un petit trou, et qui communique avec un réservoir d'air sous faible pression, on envoie sur le faisceau lumineux un jet de gaz qui fait varier son intensité.

Si l'on développe ensuite la plaque photographique, on obtient une spirale dont l'épaisseur varie d'un point à un autre, comme l'intensité du faisceau qui l'a produite. On fait subir de nouveau à la plaque le même mouvement en spirale en la mettant en circuit avec une pile, un microphone et un téléphone récepteur; la pression des charbons du microphone varie avec l'épaisseur du tracé et le téléphone reproduit les sons enregistrés.

RHÉOTROPE OU ROUE DE MASSON. —

terrupteur imaginé par Masson et formé d'une roue de verre dont la circonférence porte une bande de cuivre présentant des dents également espacées. Deux ressorts, placés de chaque côté de la roue, communiquent avec le circuit. Lorsqu'on tourne l'appareil, l'un des ressorts frotte sur la bande de cuivre continue, l'autre rencontre alternativement les dents métalliques et la surface du verre, ce qui produit les interruptions. Ce rhéotome a été appliqué au premier modèle de la bobine d'induction, dû à Masson et Bréguet. Ces expérimentateurs ont également fait usage d'un rhéotrope à trois roues, montées sur le même axe, pour interrompre le courant inducteur et recueillir séparément les courants induits directs et inverses.

RIVURE ÉLECTRIQUE. — M. Rowan a employé un moteur électrique d'un demi-cheval pour actionner une machine à river. Cette machine donne environ un coup de marteau par seconde. Pour la construction ou la réparation des navires, la machine est maintenue sur les flancs du bâtiment par de forts électro-aimants.

ROBINET ÉLECTRIQUE. — M. Cabanellas a donné ce nom à deux machines d'induction montées sur un même axe, parce que, si l'une reçoit un courant constant, elle fait tourner la seconde, qui produit un courant dont l'intensité est sans doute proportionnelle à celle du premier, mais peut varier cependant avec les dimensions des conducteurs. Il y a donc une analogie, assez lointaine à notre avis, avec les robinets hydrauliques branchés sur une conduite mère. (Voy. TRANSFORMATEUR.)

ROBINET ALLUME-GAZ. — Disposition électrique imaginée par M. Née pour l'allumage des becs de gaz (Voy. ALLUMOIR). MM. Woodhouse et Rawson construisent des robinets analogues.

ROTATIONS ÉLECTRODYNAMIQUES ET ÉLECTROMAGNÉTIQUES. — Rotation d'un aimant sous l'action d'un courant, ou d'un courant sous l'action d'un autre courant ou d'un aimant.

Rotation d'un courant par un courant. — Deux courants ou un courant et un aimant exercent toujours l'un sur l'autre une action mécanique (Voy. ÉLECTRODYNAMIQUE et ÉLECTROMAGNÉTISME), qui peut, à l'aide de dispositions convenables, produire une rotation continue de l'un des appareils.

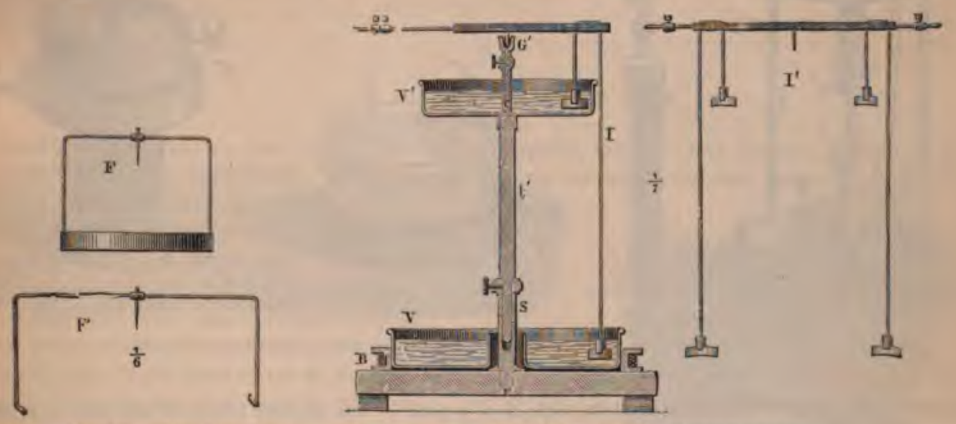


Fig. 835. — Courants mobiles horizontaux.

Fig. 836. — Rotation électrodynamique.

La rotation électrodynamique se montre par l'appareil représenté (fig. 274). On enlève le multiplicateur M et l'on fait passer le courant dans la bobine B en fermant l'interrupteur I ; puis l'on remplace le courant mobile H par l'un des courants F ou F' (fig. 835). La règle des courants angulaires permet de prévoir le sens de la rotation. Si le courant mobile est centripète et que le courant fixe de la bobine B tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, la rotation se fera dans le même sens.

Pour montrer la rotation d'un courant vertical, on enlève la tige *t* et on la remplace par une colonne *t'* portant une seconde cuve V', également remplie d'eau acidulée, et un godet de mercure G' (fig. 836). On se sert d'un équipage mobile formé d'un fil vertical I, qui reçoit le courant par les deux cuves d'eau acidulée et, en fermant l'interrupteur I (fig. 274), on fait passer encore le courant dans la bobine annulaire B. L'équipage mobile I peut être remplacé par I', qui est formé de deux courants parallèles et de même sens et est par suite astatique. Si le courant mobile est ascendant et que le cou-

rant fixe B tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, la rotation se fera dans le même sens.

Rotation d'un courant par l'action de la terre. — Les mêmes appareils servent à montrer la rotation des courants sous l'action de la terre. On fait passer le courant seulement dans l'équipage mobile et l'on supprime le courant fixe en enlevant le fil positif de la borne 1 pour l'attacher à la borne 3. Le courant horizontal F' tourne encore dans le sens des aiguilles d'une montre s'il est centripète, en sens contraire s'il est centrifuge.

Rotation d'un courant par un aimant. — La rotation d'un courant sous l'action d'un aimant s'explique de la même manière, puisque les aimants équivalent à des solénoïdes.

Dans l'appareil (fig. 837), imaginé par Jamin, le circuit mobile EF tourne autour de l'aimant AB : le courant monte par l'aimant et redescend par les deux branches EF jusqu'à une gouttière, remplie de mercure, qui communique par la borne *a* avec le pôle négatif. Si A est le pôle nord, la rotation se fera dans le sens des aiguilles d'une montre. L'aimant AB peut être remqlacé par un solénoïde S, représenté à part.

Rotation d'un aimant par un courant. — Réciproquement un aimant peut tourner sous l'action d'un courant. Ampère l'a montré avec l'appareil suivant : une éprouvette à pied pleine de mercure communique par toute sa circonférence avec l'un des pôles d'une pile, dont l'autre est relié à une pointe de laiton plongeant au centre du liquide. Un aimant droit, lesté par un cylindre de platine, placé dans le mercure, se met à tourner lentement

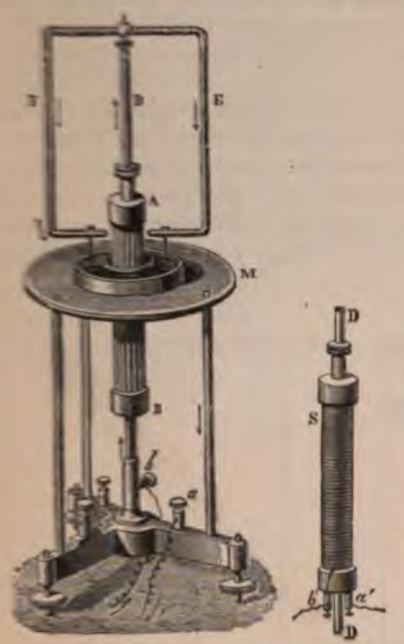


Fig. 837. — Appareil de Jamin.

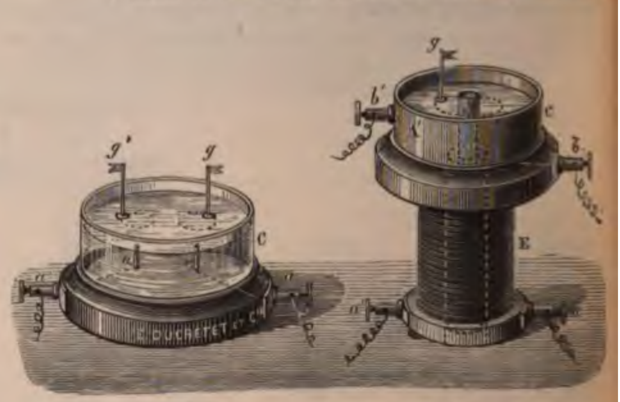


Fig. 838. — Rotation des liquides.

autour de la pointe. En appliquant la règle des courants angulaires au solénoïde qui équivaut à l'aimant et aux courants qui rayonnent de la pointe vers la circonférence de l'éprouvette, on trouve facilement le sens de la rotation. La pointe centrale peut encore être plongée dans une petite cavité creusée au sommet de l'aimant et qu'on remplit de mercure : l'aimant tourne alors sur lui-même.

Il existe beaucoup d'autres appareils montrant les rotations des courants et des aimants, et qu'il serait trop long de décrire ici ; nous citerons seulement la roue de Barlow et le disque de Faraday (Voy BARLOW).

Rotation électromagnétique des liquides et des gaz. — Un liquide traversé par un courant se comporte comme un courant mobile et obéit aux actions électromagnétiques. L'appareil (fig. 838), dû à Bertin, permet de répéter une expérience très simple due à Davy. La cuve de gauche, remplie de mercure ou d'eau, est placée sur l'électro-aimant E ; le courant, qui arrive aux bornes *aa'*, est amené par deux fils isolés et un peu au-dessous de la surface du liquide. Celui-ci se soulève un peu au-dessus des deux électrodes et se met à tourner en sens contraires, comme le montrent les petits flotteurs. On peut aussi, comme on le voit sur la figure, placer sur l'électro-aimant une cuve annulaire remplie d'eau acidulée, qui prend une rotation

droite ou gauche, suivant la direction centripète ou centrifuge du courant qui la traverse et le sens de l'aimantation de l'électro.

L'œuf de de La Rive, décrit plus haut (Voy. Œuf), montre la rotation électrique des gaz.

M. Antoine Bréguet a réalisé une série d'appareils de rotation conduisant à la théorie de diverses machines, notamment celles de Gramme et de Siemens. Ces expériences, qui ont été publiées dans les *Annales de chimie et de physique* (janvier 1879), sont résumées dans le tome II du *Traité d'Électricité* de Gordon.

ROTATION MAGNÉTIQUE DE LA LUMIÈRE. — Rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'action d'un champ magnétique (Voy. Pouvoir rotatoire magnétique).

Rotation magnétique de la lumière réfléchie sur un aimant. — Voy. Phénomène de Kerr.

ROUE CORRECTRICE. — Organe du télégraphe Hughes qui corrige à chaque émission de courant le synchronisme du mouvement des roues des types des deux appareils en communication.

ROUE DE BARLOW. — Voy. Barlow (Roue de).

ROUE DE MASSON. — Voy. Rhéotrope.

ROUE DE NEEF. — Interrupteur imaginé par Neef et formé d'une roue munie de dents

ROUE DES TYPES. — Organe des télégraphes imprimeurs formé d'une roue, dont la circonférence porte des *types* ou caractères en relief servant à imprimer les dépêches.

ROUE ÉLECTRIQUE MUSICALE. — Appareil imaginé par M. Carhart en 1883 et formé d'une roue en fer, percée de trous disposés en cercle, qui tourne entre un aimant en fer à cheval et deux bobines placées en face des pôles, de l'autre côté de la roue. Si l'une des bobines est reliée avec un téléphone, on entend un son d'autant plus intense que la roue tourne plus vite.

ROUE PHONIQUE. — Appareil imaginé par M. La Cour et employé dans le télégraphe multiple de M. Delany et dans le sténo-télégraphe pour maintenir le synchronisme des appareils en communication. (Voy. Sténo-télégraphe.)

RUHMKORFF (Bobine de). — Voy. Bobine d'induction.

S

SAINT-ELME (Feu). — Voy. Feu Saint-Elme.

SATURATION MAGNÉTIQUE. — L'intensité d'aimantation n'augmente pas indéfiniment avec la force magnétisante. Elle tend vers une limite qu'elle ne peut dépasser : le barreau est alors aimanté à saturation. En employant des forces magnétisantes très énergiques, on peut sursaturer un aimant; mais il perd son excès de magnétisme, d'abord assez vite, puis de plus en plus lentement, et revient peu à peu à son degré de saturation normal.

SCHISÉOPHONE. — Nous avons décrit plus haut (Voy. Essayeur des tapures) une méthode imaginée par le capitaine de Place pour la recherche des tapures des métaux; l'inventeur a depuis peu perfectionné son appareil et lui a donné le nom de schiséophone (σχίσις, fissure; φωνή, voix). Les obus de rupture par exemple, qui sont en acier chromé, trempé raide, présentent à l'intérieur des centres de tension considérables; par suite les molécules tendent à se séparer et à laisser entre elles des vides appelés tapures. Des défauts analogues peuvent se présenter dans les arbres de couche

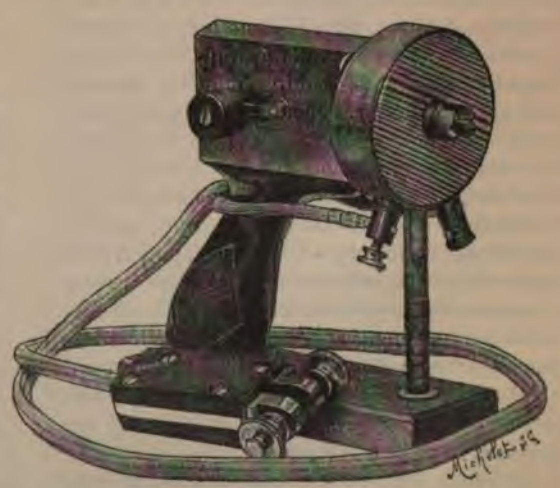


Fig. 839. — Transmetteur du schiséophone.

des navires, les rails de chemins de fer, etc. Dans tous les cas, ces défauts peuvent déter-

miner la rupture de la pièce et causer non seulement la perte de la pièce tapée, mais des retards ou des accidents graves. Le schiséophone

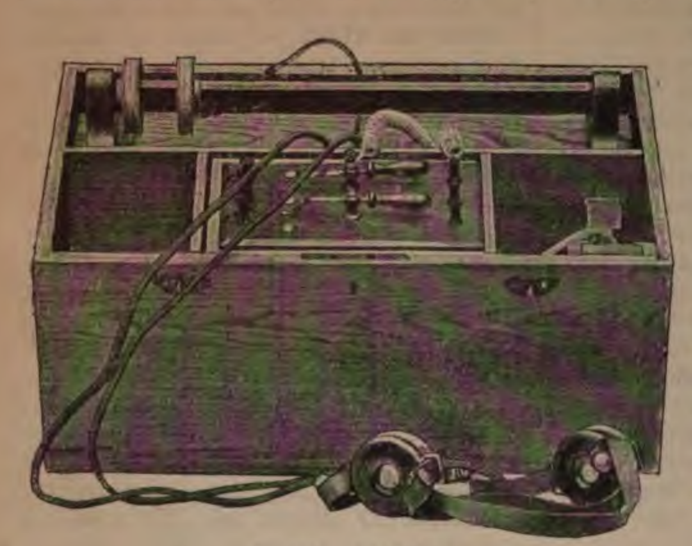


Fig. 840. — Schiséophone.

permet de reconnaître et de rejeter les pièces qui présentent des tapures.

Le schiséophone destiné aux obus se compose essentiellement d'un microphone circulaire, de construction et de forme spéciales, au centre duquel est un frappeur, animé par un mécanisme très simple, non figuré, d'un mouvement alternatif de va-et-vient (fig. 839). Ce microphone est en circuit avec une pile et une bobine inductrice, placées dans un autre local. La bobine est au zéro d'une règle divisée, sur laquelle glisse une bobine induite, communiquant avec deux téléphones munis d'une jugulaire-têtière, qui permet de les fixer sur la tête. Un aide promène le téléphone et son frappeur à la surface de l'obus. L'officier chargé de la vérification se place dans le local qui contient les bobines et prend les téléphones, puis il éloigne peu à peu la bobine induite du zéro jusqu'à ce que le son devienne très faible. L'intensité reste sensiblement constante tant que le frappeur rencontre des parties pleines; mais, s'il vient à frapper sur une partie creuse, la cavité intérieure forme caisse de résonance et le son perçu devient plus intense.

La figure 840 montre les divers organes du schiséophone, la règle divisée et ses bobines, les téléphones. La pile est formée de six éléments de Place à la *mélasine*, montés par trois en tension; chacun des deux groupes sert alternativement pendant un quart d'heure, pour éviter la polarisation.

Des expériences récentes faites sur des rails à Ermont, au dépôt du matériel de la Compagnie du chemin de fer du Nord, ont parfaitement réussi. En brisant au mouton les rails indiqués comme défectueux par l'appareil, on a trouvé en tous les points marqués des fissures plus ou moins importantes.

SCIE ÉLECTRIQUE. — L'*Electro-Dynamo-Company* de Philadelphie a construit, pour les usages de la chirurgie, une scie circulaire mue par l'électricité, et qui coupe en trente secondes les os les plus gros.

Elle se compose d'un manche métallique portant un très petit moteur dynamo Griscom, à électro-aimant cylindrique (fig. 841).

Ce moteur, lorsqu'il reçoit un courant, met en mouvement une scie circulaire S dont la partie supérieure est enveloppée d'un tambour T, qui protège les

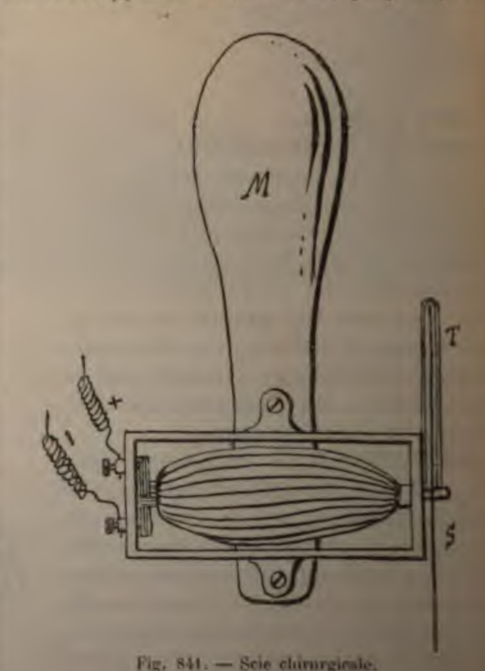


Fig. 841. — Scie chirurgicale.

doigts de l'opérateur. L'appareil se prête également bien à la trépanation, en remplaçant la scie par un trépan.

;TRE. — Instrument employé par ·t Perry pour mesurer le coeffi-nduction.

ιE (Pile). — Voy. Pile et Accumu-

ÉLECTRIQUE. — Effet produit ɜt sur les animaux par une brus-de potentiel.

ÉDUITE. — On peut rapporter les divers conducteurs à celle d'un é d'une substance déterminée, de a section ω qu'il faut donner à ce ιit la même résistance que le con-est la *section réduite* de celui-ci. Si ɔrt des résistances des deux fils, ueur et la section du fil donné,

$$k\frac{l}{s}=\frac{1}{\omega}.$$

(Variation de résistance du). — Le rès mauvais conducteur. Sa résis-iron $3,8\times10^{10}$ fois plus grande ·uivre. Elle décroît jusqu'au point ; augmente brusquement lorsqu'il ·iquide.

th et May constatèrent, en 1873, ιce du sélénium était plus faible à ·e dans l'obscurité. M. Adams a 6, que le changement dans la ré-lénium est proportionnel à la ra-u pouvoir éclairant. MM. Adams ·iqué la même année les résultats

:e d'un barreau de sélénium n'est dans toutes les directions; elle d la puissance de la pile augmente. :ourant lancé dans le sélénium est provoque un *arrangement* perma-cules, de sorte que, dans les expé-ιtes, le barreau est plus résistant ınts de même sens que pour ceux aire. Le passage du courant sem-·uire dans le sélénium une polari-ue à celle des électrolytes; et, en vant la pile et reliant ensuite le avec un galvanomètre, on obtient

ı recuit est généralement sensible dont l'action établit entre les mo-·ifférence de potentiel qui peut, ; conditions, produire un courant sensibilité est variable aux divers ême fragment. En général, le cou-ıartie la moins éclairée à la partie ée.

Si l'on fait passer un courant faible dans un morceau de sélénium peu résistant, placé dans l'obscurité, et qu'on projette la lumière sur ce corps, elle contrarie le passage du courant si elle tombe près de l'électrode positive, elle favorise son passage si elle éclaire la partie voisine de l'électrode négative.

Avec des fragments de sélénium très résistants, la lumière favorise toujours le passage du courant.

Il semble résulter des expériences précédentes que la lumière agit en favorisant la cristallisation lente du sélénium. Ce corps est en effet plus conducteur à l'état cristallin qu'à l'état amorphe.

MM. Bell et Tainter ont étudié les propriétés du sélénium à l'aide du téléphone. Un rayon lumineux, intercepté un grand nombre de fois par seconde, tombe sur un crayon de sélénium S (fig. 842) placé dans le circuit d'une pile P et

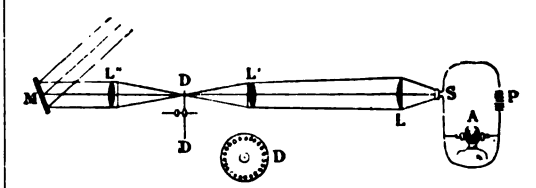


Fig. 842. — Expériences de MM. Bell et Tainter.

d'un téléphone A. Chaque rayon qui vient frapper le sélénium diminue sa résistance et augmente l'intensité du courant. S'il y a par exemple 435 interruptions par seconde, le téléphone exécutera 435 vibrations doubles et l'observateur A entendra le *la* normal. On peut donc transmettre ainsi les sons musicaux. La lumière solaire, réfléchie par le miroir M d'un héliostat, est concentrée par la lentille L'' sur la roue DD, représentée à part, qui est percée de trous disposés en cercle. Une autre lentille L' rend le faisceau lumineux parallèle, afin de le projeter, avec le moins de perte possible, sur la lentille L, placée à la station d'arrivée. Cette lentille le projette à son tour sur le sélénium S. On peut employer aussi l'arc voltaïque : le miroir M est alors remplacé par un miroir parabolique. Avec la lumière solaire, M. Bell a pu transmettre à plus de 2 kilomètres. C'est là le principe du photophone (Voy. ce mot), à l'aide duquel MM. Bell et Tainter ont pu transmettre la parole sans l'emploi de fils conducteurs.

SELF-INDUCTION. — Induction produite par un courant dans son propre circuit au moment de la fermeture ou de l'ouverture, ou lorsqu'il subit une brusque variation d'intensité. Les

courants induits qui prennent naissance dans ces conditions sont appelés *extra-courants* (Voy. INDUCTION). L'effet est surtout marqué dans les circuits qui renferment des électro-aimants ou des bobines.

Coefficient de self-induction. — On donne ce nom à la valeur du flux qui traverse le circuit lorsque l'intensité du courant est égale à l'unité.

Mesure du coefficient de self-induction. — On peut se servir du pont de Wheatstone. Soient a, a', b, b' les quatre branches du pont. On place les deux bobines à comparer dans les branches a et a'. Si L et L' sont leurs coefficients, les autres branches étant supposées sans induction, on a :

$$\frac{L}{L'} = \frac{a}{a'} = \frac{b}{b'}.$$

On place deux boîtes de résistances sans induction l'une sur l'une des branches a a', l'autre sur l'une des branches b b'. On réalise d'abord l'équilibre pour les courants permanents. puis on annule l'effet des extra-courants, Comme les deux phénomènes ne sont pas indépendants, il faut un certain nombre de tâtonnements pour arriver à l'équilibre final.

Self-induction propre d'un métal. — Syn. d'INERTIE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE.

SÉMAPHORE. — Appareil servant à transmettre des signaux optiques.

ÉLECTRO-SÉMAPHORE. — Appareil servant à l'application du block-system (Voy ce mot).

SENSIBILITÉ. — La sensibilité d'un appareil est une qualité variable et difficile à définir nettement. Dans les galvanomètres et les boussoles, la déviation α est fonction de l'intensité i. Lorsque l'intensité subit une petite variation di, la déviation varie de $d\alpha$. La sensibilité augmente avec $d\alpha$ ou bien avec $\frac{d\alpha}{di}$. On doit donc chercher à rendre maximum la dérivée de α par rapport à i. C'est là la *sensibilité absolue*.

Ainsi, dans la boussole des tangentes, on a

$$i = \frac{H}{G} \operatorname{tg} \alpha = \frac{Ha}{2\pi n} \operatorname{tg} \alpha$$

H étant la composante horizontale du champ terrestre, n le nombre des spires du fil, a le rayon du cercle. La sensibilité est

$$\frac{d\alpha}{di} = \frac{2\pi n}{Ha} \cos^2\alpha$$

Il faut donc, pour l'augmenter, accroître n et diminuer a; mais la première condition augmente la résistance, et la seconde change la théorie de l'instrument. On voit de plus que, parmi toutes les valeurs de α, c'est la $\alpha = 0$ qui donne la sensibilité maximum. condition est également vraie pour tous le vanomètres. De là l'avantage des métho mesure par réduction au zéro.

La *sensibilité relative* est d'autant plus g que $d\alpha$ est plus considérable pour une donnée de $\frac{di}{i}$. Elle est donc égale à $i\frac{d\alpha}{di}$. la boussole des tangentes, c'est tgα ou $\frac{1}{2} \sin 2\alpha$.

SENSITIF (État). — Voy. ÉTAT SENSITIF.

SENSOPHONE. — Appareil télégra usité en Amérique, servant de *sounder* récepteur phonique.

SÉPARATEUR MAGNÉTIQUE. — Voy. TRO-TRIEUSE.

SÉRIE (Montage en). — Mode d'accoupl des piles et des machines. (Voy. COUPLAGE

SÉRIE DYNAMO. — Machine dynamo-é que dont les inducteurs sont excités en

SÉRIE THERMO-ÉLECTRIQUE. — Li métaux placés dans un ordre tel que, s forme un couple thermo-électrique avec d'entre eux, celui qui est le premier s liste soit le pôle négatif, et le second le positif. Chaque métal de cette liste est positif par rapport à ceux qui le suive négatif par rapport à ceux qui le précèd

Bismuth,	Plomb,
Nickel,	Cuivre,
Platine,	Or,
Palladium,	Zinc,
Cobalt,	Fer,
Manganèse,	Arsenic,
Argent,	Antimoine.
Étain,	

SERRE-FIL. — Petite pièce métalliq vant à réunir ensemble les extrémités d fils conducteurs. Les fils sont introdui dans un trou percé de part en part, soi deux trous distincts, et serrés par d

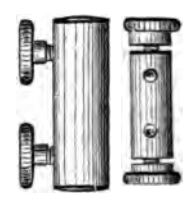


Fig. 843. — Serre-fils.

(fig. 843); la seconde disposition permet de les fixer sous la tête des vis.

[SERR]E-NŒUD. — Cautère galvanique servant [...]tion de certaines tumeurs, etc.

[SERR]URE ÉLECTRIQUE. — Serrure dont le [...]u la gâche sont commandés par un [électro-]aimant. Le plus souvent, c'est la gâche [...]end électro-magnétique, car cette dispo[sitio]n n'exige pas un effort aussi grand. [L'électr]o-aimant agit par l'intermédiaire d'un [ressort] spiral. Quand la porte se referme, un [...] adapté au montant réenclenche le res[sort] [su]r l'armature.

[SHU]NT. — Mot anglais employé fréquemment comme synonyme de dérivation. En particulier, on donne ce nom à un appareil qui sert à établir une dérivation sur les bornes d'un galvanomètre (Voy. ce mot), afin de faire varier sa sensibilité. C'est une sorte de boîte de résistances renfermant trois bobines, dont les résistances sont respectivement $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$, $\frac{1}{999}$ de celle du galvanomètre. La figure 844 montre l'aspect extérieur et la disposition schématique de cet appareil. Les bandes a et d représentent les deux blocs qui portent les bornes d'attache de

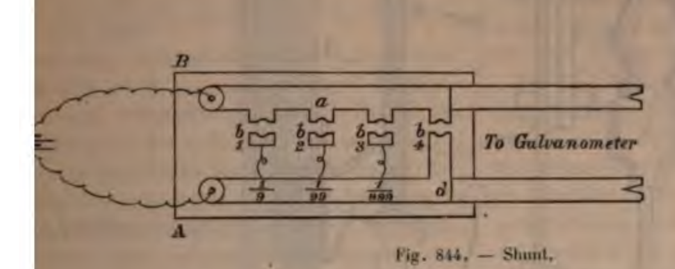




Fig. 844. — Shunt.

[...]et du galvanomètre. Les trois bobines [...]iées d'une part au bloc d, de l'autre à [...]cs isolés b_1, b_2, b_3. En réunissant par [...]e l'un de ces trois blocs à la bande a, [...]en dérivation la bobine correspondante [...]lvanomètre ne reçoit que $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ [...]ant total. Si l'on place la fiche devant le [...] l'instrument est mis en court circuit; [...]t au contraire le courant tout entier, si [...]ouche tous les trous.

[SHU]NT-DYNAMO. — Machine dynamo-élec[trique] [d]ont les inducteurs sont excités en déri[vation].

[SHU]NTER. — Établir un shunt ou dérivation [...]es bornes d'un galvanomètre ou d'un [...]l quelconque. On peut même shunter [...]urce d'électricité, afin d'envoyer dans [...]reils seulement une partie du courant.

[SHU]NTMETER. — Appareil en usage dans les [...]de câbles sous-marins et formé de deux [...]raduées, dont la manœuvre donne, sans [...]les résultats des formules relatives aux [...]s dérivés.

[SIDÉ]ROMAGNÉTIQUE. — Syn. de MAGNÉTIQUE [...]MAGNÉTIQUE.

[SIDÉ]ROSCOPE. — Appareil imaginé en 1828 [...]aillif pour l'étude des corps magnétiques. Il est formé d'une aiguille aimantée portée par un brin de paille suspendu à l'extrémité d'un fil de cocon.

SIFFLEMENT DE L'ARC VOLTAIQUE. — Lorsqu'un circuit renferme un seul arc voltaïque, il ne se produit aucun bruit; mais si l'on allume ensuite, dans ce circuit, un ou plusieurs autres régulateurs, chaque nouvel allumage est accompagné d'un sifflement qui dure quelques instants, mais dont l'intensité va en décroissant avec le nombre des lampes déjà allumées. M. Gimé a reconnu que ce sifflement est dû à la diminution brusque de la différence de potentiel; son intensité est proportionnelle à cette diminution, et il dure jusqu'à ce que la force électromotrice ait repris sa première valeur.

SIFFLET ÉLECTRO-AUTOMOTEUR. — Appareil imaginé par MM. Lartigue, Forest et Digney, pour avertir automatiquement un train de chemin de fer qui franchit sans s'en apercevoir, par exemple en temps de brouillard, un disque mis à l'arrêt.

C'est un sifflet placé sur la machine, et dont la valve V est fixée au levier A, mobile autour du point O, de sorte qu'elle s'ouvre par l'abaissement de ce levier, qui est articulé avec une tige BC portant une palette D (fig. 845). En

temps normal, cette palette adhère, malgré l'action du ressort antagoniste R, à l'électro-aimant de Hughes E qui n'est parcouru par aucun courant. Mais, si le train franchit un disque à l'arrêt, un courant de sens convenable est lancé dans l'électro-aimant, qu'il ramène à l'état neutre : la palette D retombe sous l'action du ressort R, entraînant le levier A, et la valve V s'ouvre. Le sifflet se fait entendre jusqu'à ce que le mécanicien, en appuyant sur le levier F, mené les pièces A et D à leur première p(

Pour obtenir ce résultat, le fil de l'éle mant E communique d'une part avec la par la masse de la locomotive, de l'aut une brosse métallique isolée, fixée à la inférieure du cendrier. Un contact fixe ***codile*** **(voy. ce mot) est placé dans l'ax voie. En mettant le disque à l'arrêt, on fe**

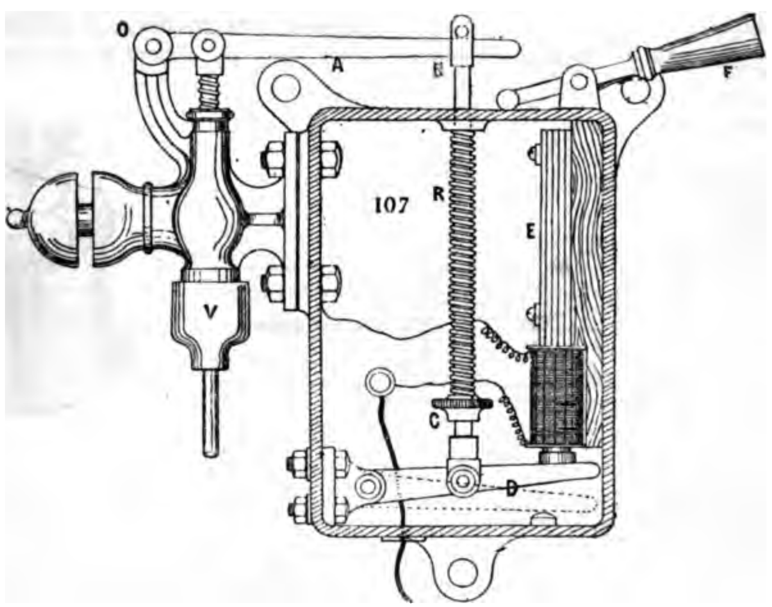


Fig. 845. — Sifflet électro-automoteur.

ner un commutateur, qui relie le crocodile avec le pôle positif d'une pile dont l'autre pôle est à la terre. Si un train vient à passer, le contact de la brosse métallique avec le crocodile ferme le circuit et le sifflet se fait entendre.

Le sifflet électro-automoteur, étant placé sur la locomotive, peut fonctionner à une distance quelconque en avant du disque à protéger. De plus il n'est pas sujet, comme d'autres appareils destinés au même but, à être mis hors de service par les chocs répétés, le contact s'établissant seulement par le frottement de la brosse métallique sur le crocodile.

Le sifflet électro-automoteur a été employé par le chemin de fer du Nord, mais, cette Compagnie ayant adopté dans la suite le frein continu à vide, il a été remplacé sur toutes les machines munies d'un injecteur par un appareil de déclenchement, appliqué à la manœuvre du frein à vide avec ou sans la participation des agents du train.

Enfin la disposition précédente a été perfectionnée par M. Sartiaux, dans le but d le chef d'une gare de fermer le disqu(couvre, lorsqu'il vient d'être franchi train. Voy. Avertisseur de gare.

SIGNAL ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE. donne ce nom à un certain nombre de graphes électriques.

Le signal de M. Marcel Deprez est for électro-aimant en U qui, au moment où rant passe, attire une palette de fer d(tant le style inscripteur (fig. 846). Dès circuit est rompu, un ressort antagonist la palette.

M. Deprez a perfectionné ce petit pour faire disparaître les influences qui sent à l'instantanéité de la transmiss nouveau dispositif se compose de deux aimants droits et verticaux, mais no prolongement l'un de l'autre. Entre l tros est placée une lame de fer pl leur sert d'armature et peut tour d'un axe horizontal, auquel est fi

inscripteur. L'armature est maintenue horizontale par un ressort. Quand le courant passe dans les électros, elle se précipite vers les pôles, entraînant le style, qui vient s'appuyer sur le cylindre tournant. Les noyaux des électro-aimants sont des lames de fer méplates d'une faible masse, et le fil ne fait qu'un petit nombre de tours. Il suffit de fermer le courant



Fig. 846. — Signal électrique Marcel Deprez.

pendant $\frac{1}{40\,000}$ de seconde pour actionner le style, et l'effet se produit avec un retard qui ne dépasse pas $\frac{1}{1000}$ de seconde. Ce petit instrument est donc très sensible; on voit de plus qu'il est disposé de manière à éviter les inconvénients qui résultent du retard inégal de l'aimantation et de la désaimantation et qu'on trouve dans la plupart des électro-aimants. Cet appareil a reçu plusieurs formes différentes.

SIGNAUX ÉLECTRIQUES. — La lumière électrique peut être employée avantageusement pour les signaux de toute espèce. Nous en citerons quelques exemples.

Signaux par ballons captifs. — M. Bruce a imaginé un système de signaux optiques pour la télégraphie, qui a été expérimenté en Belgique en 1887. Un ballon captif, d'une étoffe suffisamment translucide, contenait 6 lampes à incandescence de 20 bougies, disposées sur une tringle qui le traversait de haut en bas. Ces lampes pouvaient recevoir le courant d'une batterie d'accumulateurs par deux fils de cuivre contenus dans le câble qui retenait le ballon. A l'aide de cette disposition, on reproduisait les signaux de l'alphabet Morse en lançant le courant plus ou moins longtemps dans les lampes; on se servait pour cela d'une clef de Morse. On fit une autre série d'expériences en suspendant les lampes en cercle au-dessous du ballon. Dans les deux séries, les signaux étaient parfaitement compréhensibles à 3 kilomètres.

Signaux électriques de nuit pour la marine. — Les navires pourvus d'une installation d'éclairage électrique emploient également cette lumière pour produire les signaux réglementaires de nuit.

Ces signaux s'obtiennent dans la marine française à l'aide de dix fanaux, hissés sur une vergue, presque parallèlement à la mâture, et divisés en deux groupes, l'un supérieur, l'autre inférieur. La plupart des autres pays emploient un système de télégraphie optique, formé de signaux analogues à ceux de Morse et obtenus à l'aide d'un fanal, qu'on démasque pendant un temps plus ou moins long. Le système français est plus rapide et plus facile à contrôler.

Sur le *Richelieu*, dont nous avons décrit page 223 l'installation, 10 lampes de 30 bougies, semblables à celles des feux de route, se placent dans des fanaux ordinaires et sont mises en communication avec le manipulateur, placé dans le kiosque de la Majorité. Ce manipulateur est formé d'une boîte de bois portant 10 commutateurs à bouton, correspondant à chacune des lampes, et autant d'orifices garnis de verres dépolis. Un commutateur général sert à ouvrir et fermer le circuit total. On prépare d'abord le signal en tournant les boutons relatifs aux lampes qu'on veut allumer, puis on ferme le circuit à l'aide du commutateur général, et le signal apparaît. En même temps une disposition ingénieuse reproduit le schéma du signal sur le manipulateur même, afin d'éviter les erreurs. Ce résultat est obtenu par une lampe à incandescence qui reste toujours allumée dans l'intérieur de la boîte et qui éclaire les verres dépolis correspondant aux commutateurs individuels que l'on a tournés. Il suffit d'ouvrir ensuite le commutateur général pour effacer complètement le signal et remettre en place tous les commutateurs individuels.

Le *Hoche*, dont l'installation est toute récente, possède une disposition analogue. Les commutateurs individuels se composent de touches que l'on abaisse pour former le signal. Le commutateur général ferme le circuit par un mouvement en arrière; un mouvement en avant sert à le rompre et relève toutes les touches primitivement abaissées. Des ampoules à filament de platine, intercalées sur les circuits des lampes, donnent le schéma du signal. Un avertisseur d'extinction est joint à ce dispositif : le

circuit de chaque lampe comprend un électro-aimant, qui, si elle vient à s'éteindre, abandonne son armature. Celle-ci ferme une dérivation, dont le courant allume une lampe de 32 bougies et fait tinter une sonnerie. La lampe et la sonnerie sont les mêmes pour toutes les lampes, mais l'ampoule éteinte indique le feu dont le circuit est rompu.

M. de Méritens a combiné un système qui permet d'employer les signaux électriques soit sur un navire à voiles, soit sur un vapeur en station qui n'a pas un générateur en pression. Pour cela, le courant est produit par une petite machine magnéto-électrique, réduction du modèle des phares. Cette machine est munie d'un plateau *permutateur* portant huit bouchons à vis, que l'on peut placer de manière à grouper à volonté toutes les bobines de l'anneau en quantité pour les signaux français, ou bien moitié en tension et moitié en quantité pour les signaux Morse. Quatre hommes, agissant sur deux manivelles, donnent facilement la vitesse normale, qui est de 50 tours par minute.

Le manipulateur (fig. 847) est analogue aux précédents. Il porte 12 bornes et 12 touches. La première borne à droite reçoit le courant de la machine; les dix suivantes vont aux dix lampes et la dernière reçoit le fil commun de retour des lampes et celui de la machine. Les dix boutons du milieu sont les commutateurs individuels des lampes, et servent à composer le signal, qu'on allume ensuite à l'aide du bouton de droite et qu'on éteint avec celui de gauche. Pour le système Morse, on fait usage d'un interrupteur semblable à un gros bouton de sonnerie. Cet appareil, essayé en 1882, est en usage aujourd'hui dans la marine française.



Fig. 847. — Manipulateur pour signaux optiques.

SILURE OU MALAPTÉRURE. — Voy. Poisson électrique et Électrogène.

SIMILITUDES (THÉORÈME DES). — Proposition indiquée par M. Marcel Deprez et dont voici l'énoncé.

Si deux systèmes électro-dynamiques géométriquement semblables, et dont le rapport de similitude est m, sont parcourus par des courants de même densité, les forces en deux points homologues sont dans le rapport m^4.

Cette proposition résulte immédiatement de la formule élémentaire d'Ampère, indiquée page 249.

SINUS (BOUSSOLE DES). — Voy. Boussole.

SIPHON POUR PILES. — L'emploi du siphon peut être commode pour vider et entretenir les éléments de piles sans avoir besoin de les déplacer. M. Radiguet a imaginé pour cet usage un siphon très simple (fig. 848). La petite branche de cet appareil est entourée d'un tube plus large avec lequel elle communique librement à la partie inférieure. Le haut du tube large reçoit un caoutchouc se terminant par une poire à deux soupapes. Pour amorcer le siphon, on plonge la petite branche dans le liquide, qui s'élève jusqu'au niveau extérieur, ainsi que dans le tube large. On souffle alors doucement dans celui-ci : le liquide est refoulé dans le vase extérieur; mais l'orifice inférieur, étant très étroit, lui livre un passage insuffisant; une partie s'élève donc dans la petite branche et amorce le siphon. Pour le désamorcer, on souffle rapidement trois ou quatre fois : l'air, ne trouvant

ıe issue suffisante à la base, s'élève dans ıon et le désamorce. L'appareil se fait en pour l'eau acidulée et le bichromate, en e pour les acides plus concentrés. On égler la longueur des branches pour vider ıes seulement en partie.

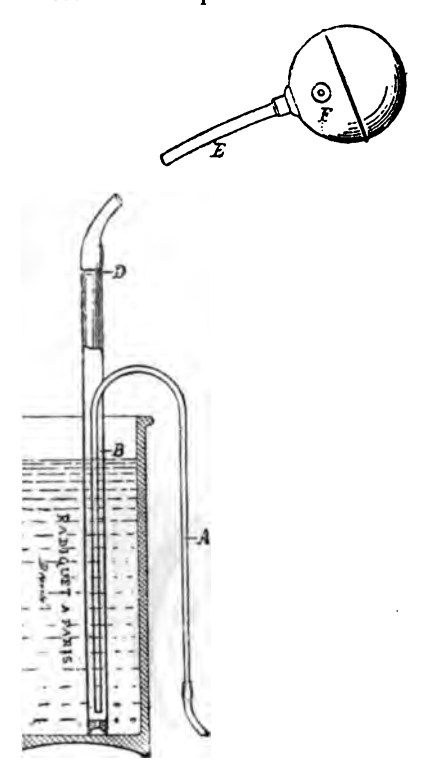


Fig. 848. — Siphon Radiguet.

avons employé avantageusement pour ıe usage une disposition bien connue et ıacun peut installer facilement. Une ɜtte à gaz un peu grande est munie d'un uchon traversé par deux tubes. L'un de es, assez court, forme la petite branche ıon : il se termine dans l'intérieur par inte un peu étroite qui s'avance jusqu'au de l'éprouvette. L'autre tube au conıflleure le bouchon à l'intérieur; il est ɔng et porte un robinet à la sortie du n; c'est la grande branche. L'éprouvette ıx deux tiers remplie d'eau ou du liquide vaser, on plonge la petite branche dans qu'on veut vider, et l'on ouvre le robi- siphon est amorcé. Si l'on veut vider rs éléments de suite, on ferme le robis qu'un vase est vide et l'on plonge la ıranche dans le suivant. En prenant cette ıion, le siphon ne se désamorce pas et peut servir pour cinq ou six couples, ou même davantage, suivant la grandeur de l'éprouvette.

Enfin certaines piles sont munies de siphons permanents, qui font passer le liquide d'un couple dans le suivant (Voy. PILES A ÉCOULEMENT).

SIPHON RECORDER. — Récepteur pour la télégraphie sous-marine inventé par sir W. Thomson pour remplacer le galvanomètre à miroir.

Le siphon recorder a l'avantage d'enregistrer les dépêches en signes analogues à ceux de l'alphabet Morse et de ne pas fatiguer la vue des employés.

Il était à craindre que le frottement d'un style sur le papier gênât la transmission ou l'arrêtât même complètement. Sir Thomson a évité cet inconvénient en employant, au lieu de style, un petit siphon capillaire qui lance sur la bande de papier un filet d'encre très fin.

Cet appareil se compose de deux électro-aimants EE très puissants, entre lesquels est suspendu, par deux fils de cocon parallèles, un cadre très léger analogue à un cadre de galvanomètre, et recouvert d'un grand nombre de tours de fil très fin. Dans l'intérieur est placé un noyau de fer doux fixe, qui renforce le champ; le cadre peut tourner librement sans toucher le noyau ni les électros (fig. 849).

La suspension bifilaire maintient le cadre parallèle à la ligne des pôles des électros lorsqu'il n'est parcouru par aucun courant. Lorsqu'il reçoit au contraire un courant, positif ou négatif, il est dévié d'un côté ou de l'autre et il entraîne un petit siphon, qui est fixé sur lui et sert à enregistrer les signaux. Ce siphon est formé d'un petit tube de verre deux fois recourbé, dont la petite branche plonge dans un réservoir rempli d'une encre très fluide, tandis que l'autre, étirée en pointe fine, se déplace au-dessus d'une bande de papier, perpendiculairement à sa longueur. L'encre est électrisée, et le papier communique avec le sol; il jaillit sans cesse à la pointe du siphon de petites étincelles qui entraînent l'encre et forment un trait continu sur le papier. Si le cadre est immobile, le trait est une droite qui coïncide avec l'axe de la bande; les déviations à droite ou à gauche produisent des sinuosités d'un côté ou de l'autre, qui correspondent les unes aux points, les autres aux traits de l'alphabet Morse.

L'électrisation de l'encre est due à une petite machine électrique analogue au *Replenisher* (Voy. ÉLECTROMÈTRE), représentée en M, et qui

reçoit le mouvement d'un petit moteur électrique servant aussi à entraîner la bande de papier enroulée sur le rouet R. La machine électrique est désignée en France sous le nom de *moulin électrique*, en Angleterre sous le nom de *mouse-mill*. Le nombre des induits de cette machine

est plus grand que dans le replenisher ; ce dix armatures de fer doux disposées sur la face latérale d'un disque d'ébonite.

Le siphon recorder donne un rendeme 25 mots à la minute.

Sur les lignes franco-algériennes, le m

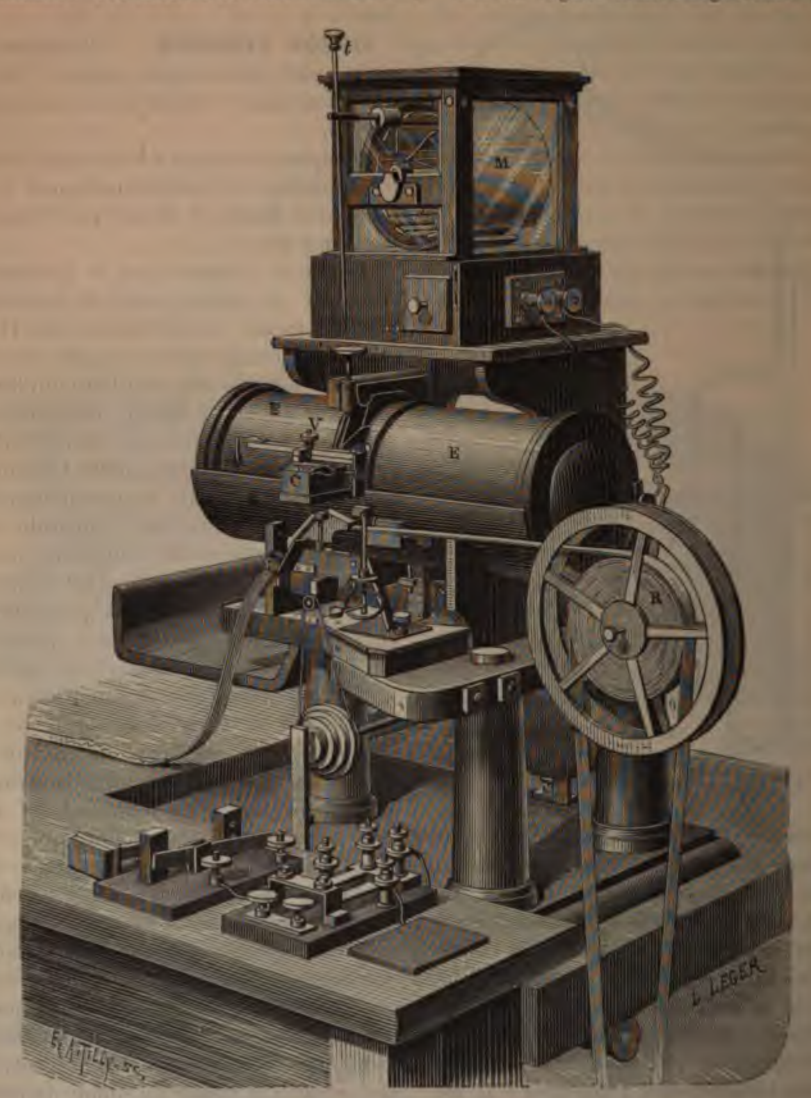


Fig. 849. — Siphon recorder.

électrique est remplacé par un moteur à poids, et l'on a adopté un système de transmission automatique, en utilisant comme dans le Wheatstone des bandes perforées traversées par des aiguilles.

SIRÈNE ÉLECTRIQUE. — On donne ce nom à divers appareils électriques destinés à produire des sons. La sirène de M. Trouvé (fig. 850)

est destinée à être placée sur les b électriques pour servir de signal.

Ce petit appareil se compose d'un électr teur D à quatre palettes, placé à l'in d'une armature circulaire de fer doux A p quatre saillies. Les palettes sont attirées p quatre saillies, lorsque le courant passe, e tinuent leur mouvement par suite de la v

…ise quand le courant est interrompu. Le …ant arrive par le balai F et l'interrupteur E, …é à la partie inférieure de l'axe de rotation. …moteur entraîne dans son mouvement …isque mobile C percé de trous et surmonté …disque fixe B dont les ouvertures sont pra…ées en sens contraire. L'appareil tout entier …logé au fond d'un pavillon destiné à renfor…le son, et qui est monté sur un pied articulé. …qu'on fait passer le courant, la rotation du …ue mobile produit un son rauque, qui s'é… rapidement et se maintient à une note …ë, stridente et très forte, facile à distinguer …out autre signal.

…sirène de Froment est un petit appareil …posé d'un électro-aimant dont l'armature vibre comme celle d'une sonnerie : le mouvement de cette armature produit un son dont on règle la hauteur et l'intensité à l'aide d'une vis.

La sirène de Weber est associée avec un téléphone. Un ressort frotte sur une roue dentée en cuivre, dont l'axe communique avec un téléphone et une pile, dont l'autre pôle est relié au ressort. Lorsqu'on tourne la roue, les interruptions produisent dans le téléphone un son dont la hauteur dépend du nombre des dents et de la vitesse. Si la résistance du circuit est grande, on peut employer une bobine d'induction comme avec les microphones. Le fil primaire de la bobine est intercalé dans le circuit de la pile à la place du téléphone, qui est placé dans le circuit induit.

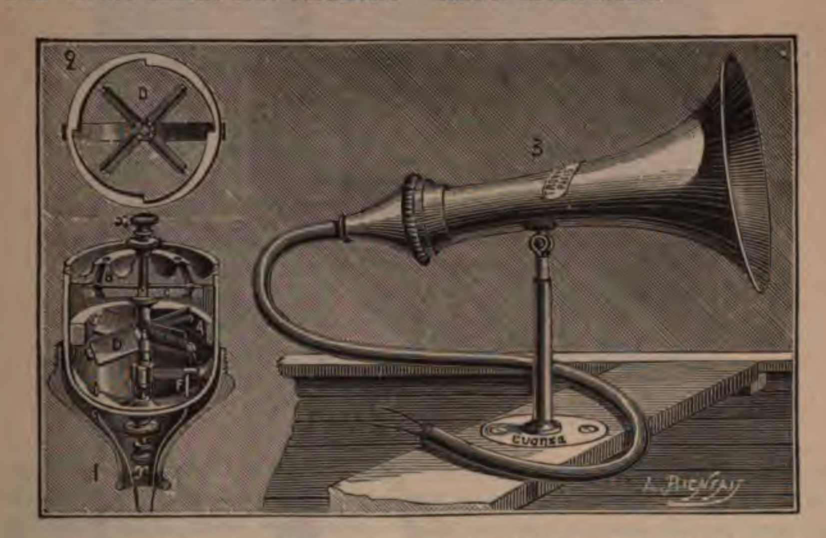


Fig. 850. — Sirène électrique : 1° Vue en coupe ; 2° Plan de l'électromoteur ; 3° Vue d'ensemble.

…ano-sirène. — M. Weber a construit sur le …e principe un appareil qu'il nomme piano…e, et dont voici la description sommaire. …xe de la sirène porte des roues corres…lant à tous les sons musicaux compris dans …tervalle de 6 à 7 octaves ; l'appareil tourne … manière uniforme. Ces roues sont reliées …ctivement aux touches d'un clavier, qui … d'interrupteur. Lorsqu'on appuie sur une …e, le son correspondant est entendu dans …léphone. Les sons produits par cet instru… peuvent donc être entendus à une dis… quelconque ; mais l'instrument est silen…, et le pianiste lui-même ne peut les en…re qu'en faisant usage de téléphones.

…SMOGRAPHE ÉLECTRIQUE. — Enregis… électrique inscrivant les secousses des …blements de terre. Dans le sismographe de M. Palmieri, les mouvements verticaux du sol établissent un contact électrique ; les mouvements horizontaux font incliner des tubes en U pleins de mercure et placés dans la direction des points cardinaux. Les mouvements du liquide ferment d'autres circuits servant à produire l'enregistrement.

Les sismographes très sensibles sont désignés sous le nom de *microsismographes*. Le microsismographe de Rossi se compose de cinq pendules d'inégale longueur, reliés par de petits fils de soie, au milieu desquels est suspendu un petit poids soutenu au centre d'une cupule de mercure. Lorsqu'un choc se produit, le poids touche le mercure et établit un contact électrique, qui fait tracer un point sur un papier se déplaçant d'un mouvement continu. Cet appareil est très sensible, mais d'un réglage très

délicat. Lors du tremblement de terre du 23 fé- | vrier 1887, deux de ces instruments éta

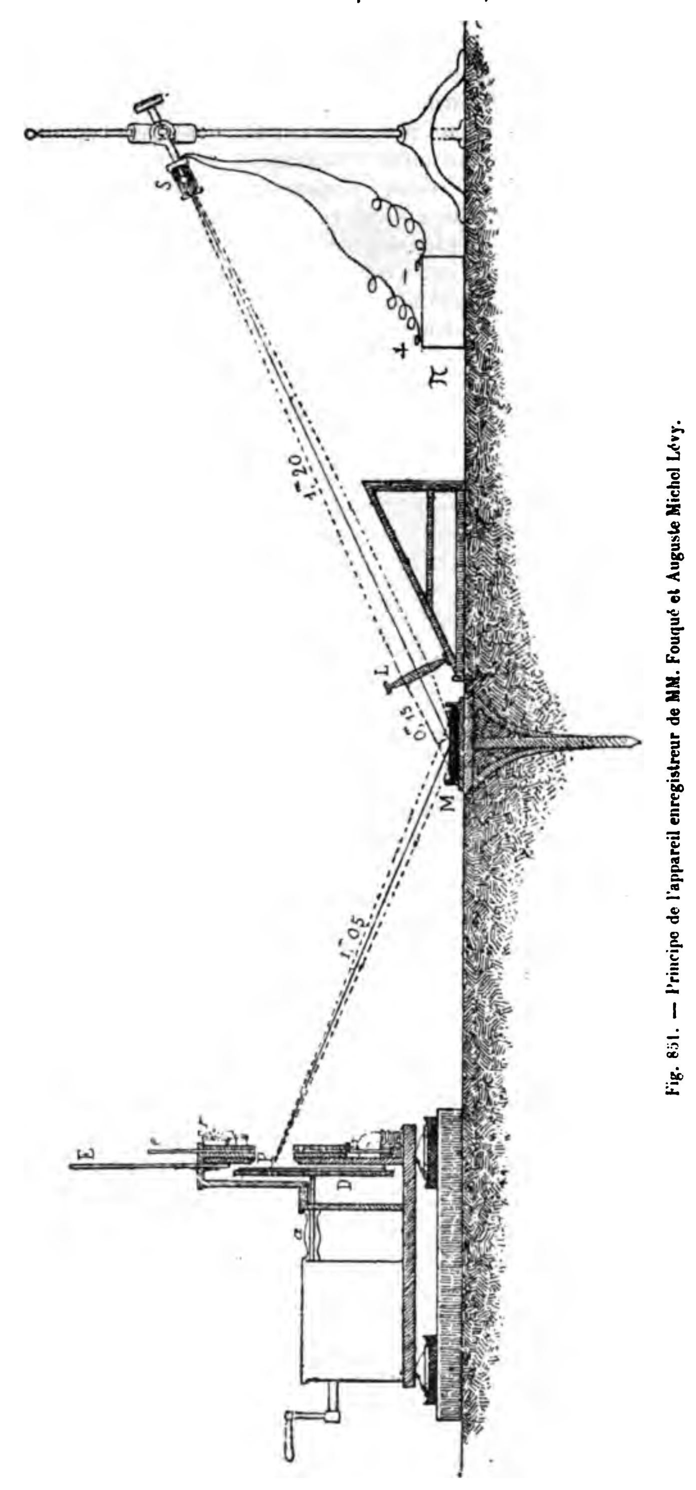


Fig. 851. — Principe de l'appareil enregistreur de MM. Fouqué et Auguste Michel Lévy.

l'un à l'Observatoire de San Luca, près de Bo- | logne, l'autre à Rome, à l'Obse

ssi, ont signalé la secousse principale, le phénomène soit passé complètement de la population à Rome.

tudier la vitesse de propagation des nts du sol, MM. Fouqué et Michel Lévy loyé un enregistreur photographique le. Une lampe à incandescence S, à rectiligne et vertical, alimentée par la pile π, est placée derrière un diaphragme (fig. 851). Les rayons lumineux qui traversent cet orifice tombent sur une lentille L, qui les concentre sur un bain de mercure M, placé dans un vase de fer. Les rayons réfléchis vont frapper à travers un petit orifice circulaire une plaque photographique P, placée dans une chambre noire et fixée sur un disque D, qu'un mouve-

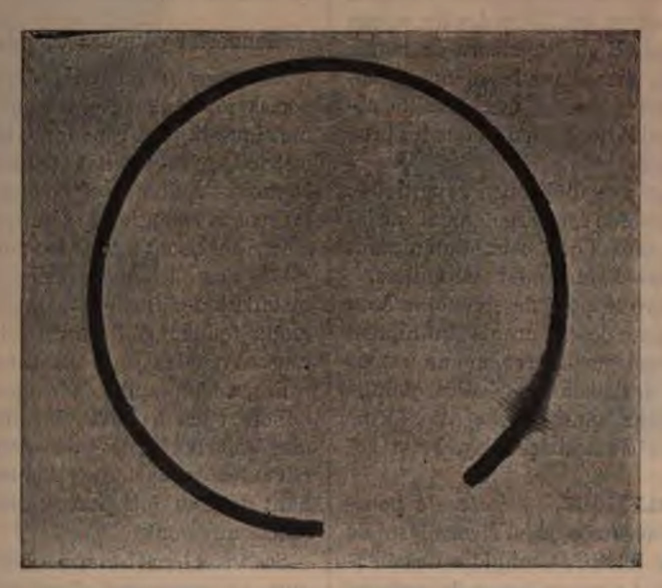


Fig. 852. — Schéma de l'image produite par une secousse.

horlogerie fait tourner uniformément l'axe horizontal a. Lorsque le sol est , on trouve sur la plaque, au développ- un cercle d'épaisseur et d'intensité . Lorsqu'une secousse parvient à l'ap- surface du mercure se ride, et l'image en une large pénombre, comme le figure 852. Dans des expériences faites t, la secousse produite par le marteau 100 tonnes a pu être observée jusqu'à res.

OIDE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE. — On solénoïde ou cylindre électro-magné- système de courants circulaires égaux, et équidistants. Chacun de ces cou- ut être remplacé par le feuillet de ntour (Voy. Feuillet et Électro-dyna- par suite le système équivaut à un aimanté uniformément, ayant sur ses ses une densité magnétique nI, et r moment nIS, I étant l'intensité du t n le nombre des cercles par unité de

Pour réaliser un solénoïde, on enroule un fil en spirale sur un cylindre. D'après le principe des courants sinueux, chaque spire équivaut à

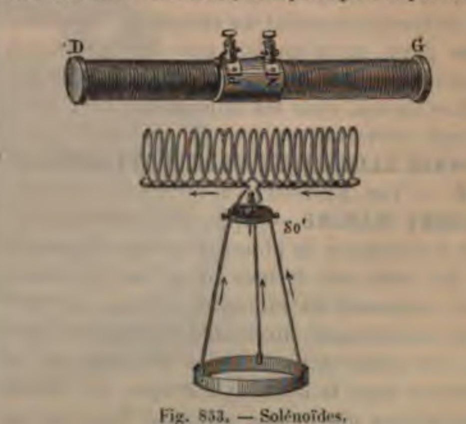


Fig. 853. — Solénoïdes.

un courant ayant les mêmes extrémités, par exemple un cercle et une partie rectiligne. On annule l'action des parties rectilignes en recourbant le fil aux deux bouts et le faisant re-

venir sur lui-même parallèlement à l'axe du système (fig. 853).

Un solénoïde ainsi constitué se comporte comme un véritable aimant. Ainsi le solénoïde mobile, placé sur le support de la figure 274, s'oriente suivant le méridien magnétique, de sorte que le courant.ait le pôle nord à sa gauche. Si l'on remplace le multiplicateur M par le solénoïde fixe, on voit que les pôles de nom contraire s'attirent et que les pôles de même nom se repoussent. Il en est encore de même si l'on fait agir un aimant sur le solénoïde mobile ou le solénoïde fixe sur une aiguille aimantée. L'appareil a donc bien toutes les propriétés d'un aimant.

Il y a cependant une différence essentielle : les pôles d'un solénoïde sont exactement sur les faces terminales, tandis que ceux d'un aimant sont à une certaine distance des extrémités.

On donne encore le nom de solénoïde à un système formé par des courants infiniment petits, ayant même surface et même intensité, et placés à des distances égales et infiniment petites, sur une courbe de forme quelconque, appelée directrice (Voy. FILET SOLÉNOÏDAL).

SON ÉLECTROLYTIQUE. — Sorte de bourdonnement qui accompagne l'électrolyse de certains liquides, lorsqu'on emploie des électrodes de mercure. La précipitation de certains métaux, et notamment de l'antimoine, donne un son analogue.

SON (LIRE AU). — Comprendre une dépêche Morse sans lire les caractères tracés sur le papier, en entendant seulement le son produit par le fonctionnement du récepteur. Dans certains pays, on n'emploie que des récepteurs simplifiés, appelés *sounders*, et on lit les dépêches au son, sans les imprimer. (Voy. TÉLÉGRAPHIE MILITAIRE.)

SONDE ÉLECTRIQUE ET MICROTÉLÉPHONIQUE. — Voy. EXPLORATEUR.

SONDE MARINE. — Appareil électrique destiné à remplacer le plomb de sonde. La sonde de M. Irish est formée d'un cylindre vertical, contenant du mercure, et porté par une corde renfermant un double conducteur souple. Les deux extrémités des fils viennent se terminer dans la boîte cylindrique. Le circuit contient une pile et une sonnerie. Tant que la sonde descend, le mercure ne mouille pas les fils, le circuit est ouvert. Lorsqu'elle touche le fond, le cylindre s'incline, le mercure ferme le circuit, et la sonnerie tinte. Une aiguille, mobile sur un cadran, indique la longueur de corde déroulée. M. de la Croix a imagin autre appareil analogue.

SONNERIE ÉLECTRIQUE. — Sonnerie tionnée par un courant électrique. Ce cou peut être fourni par une pile on par une p machine magnéto-électrique ; il y en a n qui empruntent l'énergie nécessaire aux rants induits engendrés par le fonctionne du bouton d'appel.

Sonneries pour les usages domestique

Avantages des sonneries électriques. — Les neries forment certainement l'applicatioı mestique la plus répandue aujourd'hui d lectricité ; c'est en effet la plus simple à inst la moins coûteuse et celle qui donne ju présent les meilleurs résultats. Les sonn électriques sont à tous les points de vue p rables aux anciens systèmes à tirage, que installation difficile et leur entretien di dieux tendent à faire abandonner de plı plus. Avec les sonneries électriques au traire, aucun ennui de ce genre : avec ur de soin, chacun peut les installer soi-même, que soit le nombre des détours que do faire les conducteurs ; l'entretien est ins fiant et, une fois posées, rien n'entrave fonctionnement.

Sonneries trembleuses. — Les sonneries éle ques se composent d'ordinaire d'un éle aimant E en fer à cheval (fig. 854) et d'un

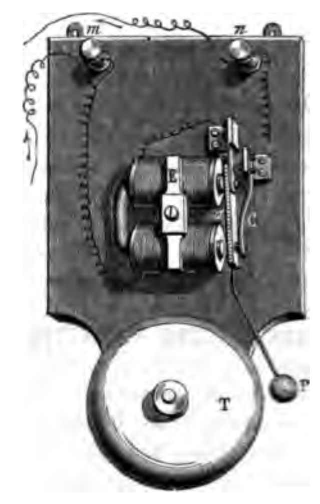


Fig. 854. — Sonnerie trembleuse, forme pendante

mature de fer doux *a*, dont la tige fait re et la maintient écartée de l'électro et en co avec un ressort C. Le courant qui arriv la borne *m* traverse l'électro-aimar

e, et retourne à la pile par le ressort C et la né *n*. Mais le fer doux de l'électro attire im- liatement l'armature, ce qui interrompt le uit au contact du ressort ; le courant ces- de passer, l'armature revient à sa première



ig. 855. — Sonnerie trembleuse sur plaque de métal.

tion et rétablit le contact avec C. L'arma- continuera donc à osciller ainsi entre le ort et l'électro, aussi longtemps qu'on en- le courant dans l'appareil, et, chaque fois lle s'approchera de l'électro-aimant, le mar- P viendra frapper le timbre T.

La figure 855 montre un modèle un peu diffé- rent. Le ressort que nous avons appelé C est fixé

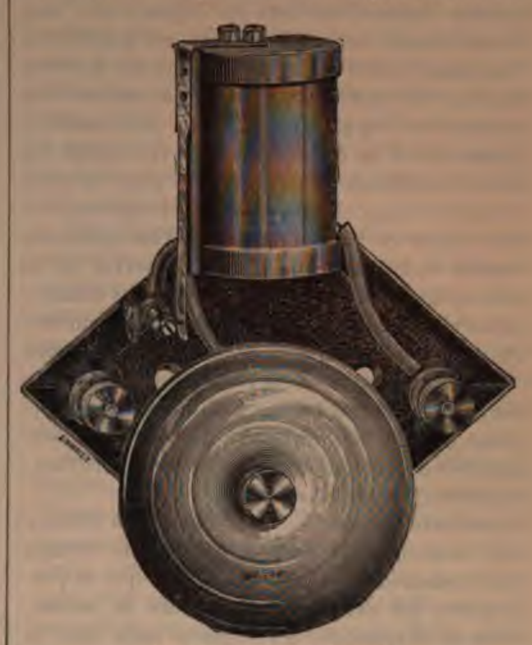


Fig. 856. — Sonnerie losange.

à l'armature, et vient toucher la pointe d'une vis placée latéralement et qui communique



Fig. 857. — Sonnerie ronde, système de Redon.

le fil de retour. C'est entre le ressort et inte de la vis que se produit l'interrup- tion chaque fois que l'armature s'approche de l'électro. La vis doit être enfoncée jusqu'à

ce qu'elle appuie suffisamment sur le ressort.

Dans les modèles soignés, on a coutume de monter aujourd'hui tous les organes sur une même plaque de métal, et la vis est maintenue fortement serrée par un contre-écrou ; de cette manière les différents organes ne peuvent se déplacer et l'appareil est à peu près indéréglable. C'est la disposition que représente la figure précédente. La sonnerie se pend au mur à l'aide de deux clous à crochet, et une boîte de bois recouvre le mécanisme, à l'exception du timbre et du marteau, pour le préserver de la poussière. Le timbre peut prendre des dimensions et des formes très variées pour permettre de distinguer les appels de plusieurs sonneries voisines. Il peut avoir la forme d'une clochette ou d'un grelot; le bronze peut aussi être remplacé par du bois de gaïac, qui donne un son mat très distinct, mais beaucoup moins bruyant, ou même par du cristal.

Sonnerie losange. — On a cherché à donner aux sonneries un certain nombre de formes plus commodes ou plus gracieuses que la précédente. Le principe est toujours le même, mais la disposition des organes varie avec la forme.

Telle est la sonnerie losange (fig. 856), construite par MM. Woodhouse et Rawson. Un losange d'ardoise, qui se fixe au mur par deux vis, porte en haut un électro-aimant droit, et en bas le timbre. L'armature, fixée au sommet de l'électro-aimant, est attirée par le pôle inférieur; l'interruption se produit au contact d'une vis qu'on voit à gauche de l'armature.

Sonnerie ronde. — La sonnerie de forme ronde, imaginée par M. de Redon (fig. 857), a l'avantage de fonctionner également bien dans toutes les positions. L'électro-aimant est fixé à plat sur le socle; l'armature, que l'on voit en avant, oscille autour de son bord inférieur; elle porte une tige recourbée en demi-cercle et munie d'un marteau qui frappe sur le timbre. Celui-ci recouvre complètement tous les organes. Une petite colonne porte la vis qui produit les interruptions.

Sonnerie ovoïde. — M. L. Borel a exposé en 1889 des sonneries d'une forme nouvelle et très élégante (fig. 858). Le timbre, de forme arrondie, recouvre la partie supérieure; une calotte métallique maintenue par un écrou achève d'envelopper les organes.

La disposition intérieure présente quelques modifications : le marteau est distinct de l'armature, dont il se sépare à chaque attraction pour frapper un coup; il sert en même temps à interrompre le circuit, et la force de l'élec aimant est utilisée d'une manière plus compl la rupture ayant lieu seulement quand l'ar ture a touché les noyaux. L'armature, une réglée, fonctionne également bien avec des rants d'intensité double ou triple. Le mart



Fig. 858. — Sonneries ovoïdes.

n'a pas de vibration latérale; à cause de indépendance, il a un mouvement parfaiten isochrone, et plusieurs sonneries, mises en rivation dans le même circuit, vibrent sync niquement. L'appareil se suspend à une v en fer, directement ou par l'intermédiaire conducteur souple. Les fils qui amènent le rant suivent le contour intérieur de la vo

Cloches électriques. — Plusieurs invent notamment M. Jensen, ont remplacé le tim par une cloche, qui protège les organes i rieurs, de sorte qu'on peut les placer a air, et qui a l'avantage de donner ur

cal. L'électro-aimant est fixé verticale-

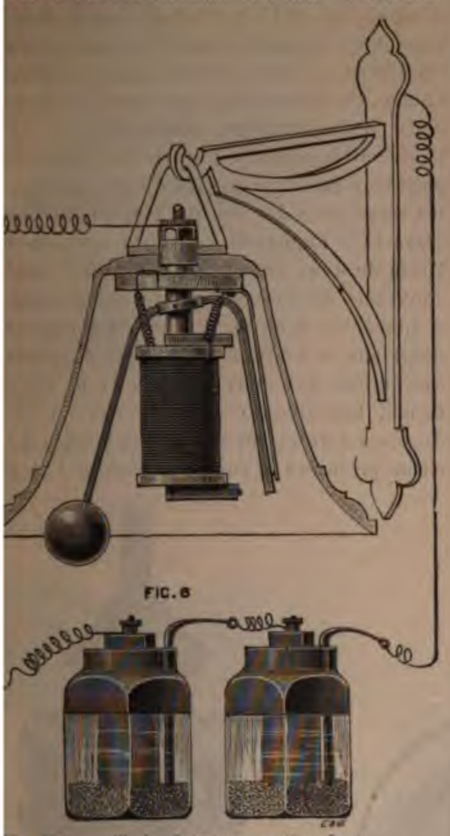


Fig. 859. — Cloche électrique, système Jensen.

à l'intérieur de la cloche (fig. 859) et reçoit rant par les points d'attache de celle-ci. Les pôles de l'électro, placés à la partie inférieure, forment une petite saillie vers la droite, et attirent l'armature, qu'on voit du même côté; cette armature peut tourner autour d'un axe horizontal, placé à la partie supérieure de la cloche, et elle entraîne le marteau, situé de l'autre côté de l'électro-aimant. L'inspection de la figure permet de comprendre le fonctionnement, qui est le même que dans les sonneries.

Dans d'autres modèles, les pôles se terminent en biseau et l'armature est disposée au-dessous dans une position inclinée, de sorte que le marteau vienne frapper le bord de la cloche lorsque cette armature oscille autour de son arête horizontale. Les cloches se placent d'ordinaire à l'extrémité d'une potence, qui sert en même temps à établir les communications.

Trompette et sirène Zigang. — La trompette Zigang, destinée à remplacer les sonneries d'appartement, se rapproche beaucoup des appareils classiques connus sous le nom de sirène de Froment. Le marteau et le timbre sont supprimés et le son est produit par la vibration de l'armature. Un électro-aimant boiteux est disposé dans un tube de laiton (fig. 860), parallèlement à l'axe; en regard de ses extrémités, qui sont tournées vers l'ouverture, se trouve une plaque vibrante sur laquelle est fixée une petite lame de fer doux. Une vis, terminée par une pointe de platine, vient toucher cette lame, et le courant qui a traversé l'électro passe par la plaque vibrante et par la vis pour retourner à la pile. Cette disposition ressemble



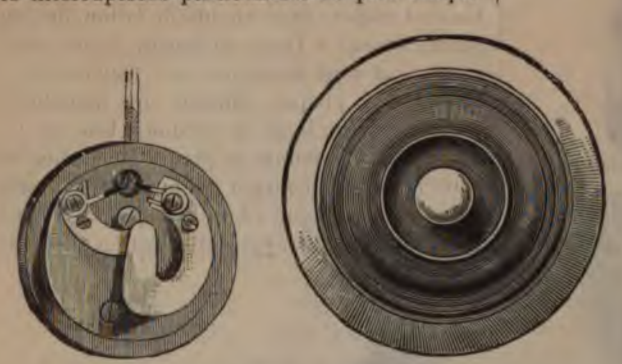
Fig. 860. — Trompette et sirène Zigang.

beaucoup à celle d'une sonnerie : les intions se produisent de même au contact de la vis et de la plaque. On peut faire varier le son entre certaines limites en enfonçant plus

ou moins la vis de réglage. Le tube de laiton sert à protéger les organes intérieurs et aussi à renforcer le son. Cet appareil a l'avantage de fonctionner dans toutes les positions ; on peut l'employer concurremment avec une sonnerie : les deux sons se distingueront facilement sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à un tableau indicateur. Le second modèle renferme un appareil semblable, mais plus puissant, auquel l'auteur a donné le nom de sirène : il sert à produire des signaux sonores très intenses et s'applique aux grandes usines, chantiers, gares de marchandises, bateaux, tramways. etc. Il exige 8 éléments Leclanché, tandis que le premier fonctionne facilement avec deux, comme une sonnerie ordinaire.

Tableaux indicateurs. — Dans les grands appartements, les hôtels, etc., il serait impossible de distinguer les sons de diverses sonneries et de reconnaître d'où viennent les appels. On fait alors usage de tableaux indicateurs (Voy. ce mot).

Boutons d'appel. — Pour lancer le courant dans une sonnerie, on emploie généralement des interrupteurs particuliers. Le plus simple et le plus employé est certainement le bou d'appel (fig. 861). Sur un disque de bois s fixés deux ressorts recourbés, dont les extré tés libres viennent aboutir l'une au-dessus l'autre. On dénude soigneusement les bouts deux conducteurs qui viennent l'un de la p l'autre de la sonnerie ; on les fait passer par petit trou pratiqué dans le disque de bois, et les serre sous les vis qui retiennent les d ressorts : l'appareil est alors fixé au mu l'aide de deux vis, et l'on recouvre le tout d couvercle de bois tourné, au centre duquel a placé un bouton d'ivoire. En appuyant doigt sur ce bouton, on amène au contact extrémités des deux ressorts et le circuit fermé. Lorsqu'on cesse d'appuyer, l'élasti du ressort antérieur ramène le bouton à sa sition première et rompt le contact : la son



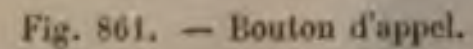


Fig. 861. — Bouton d'appel.



Fig. 862. — Poire à plusieurs conta

rie cesse de se faire entendre. Nous avons décrit plus haut des boutons du même genre qui servent en même temps d'*avertisseurs d'incendie* (Voy. ce mot).

L'interrupteur précédent convient seulement lorsqu'on doit le fixer sur un mur : il a alors l'avantage d'être peu coûteux, facile à poser et à dissimuler si on le désire. Mais il y a bien des cas où il est préférable d'avoir à portée de sa main un cordon plus ou moins analogue à celui des anciennes sonnettes : ainsi au-dessus d'une table de travail, dans une salle à manger ou dans une chambre à coucher. On fait souvent alors usage d'une poire en bois dont la disposition intérieure est la même que celle du bouton précédent. Vers l'extrémité inférie la poire est coupée perpendiculairemen son axe, et sa coupe présente l'aspect d figure 861 : elle porte deux ressorts semblab qu'on peut amener au contact de la même nière, en pressant un bouton situé au bas l'appareil. Les conducteurs pénètrent à la tie supérieure de la poire et arrivent jusqu' ressorts au moyen d'un trou pratiqué sui l'axe.

Ces conducteurs sont ordinairement sou et réunis en un seul cordon, qu'on peut f au plafond par une rosace en bois, ou prolo jusqu'au mur, où il se relie avec les fils o naires.

Dans les bureaux, on peut faire usage de poires plus grosses, autour desquelles sont disposés plusieurs boutons identiques, mais qui correspondent à des circuits différents (fig. 862).



Fig. 863. — Contacts multiples pour bureaux (Mildé).

Le câble souple doit contenir le nombre de fils nécessaire : cette disposition permet de faire, à l'aide d'un seul appareil, des appels dans plusieurs directions.

On peut encore réunir plusieurs boutons sur une même planchette ou faire usage de touches analogues à celles d'un piano (fig. 863) et qui agissent comme les appareils précédents.

Tirages et pédales. — D'autres interrupteurs présentent une disposition extérieure tout à fait semblable à celle des anciennes sonnettes ; au lieu d'appuyer sur un bouton, on tire un cordon. Les conducteurs peuvent ainsi se dissimuler plus facilement, puisqu'il suffit de les disposer au niveau du plafond, sans les faire descendre jusqu'à la portée de la main. La figure 864 montre deux de ces appareils. Dans le premier, on voit deux ressorts verticaux qui se relèvent à la partie inférieure et communiquent par le haut avec les deux conducteurs ; entre ces ressorts est disposée une tige qui peut glisser verticalement et porte une traverse métallique horizontale. Lorsqu'on tire le cordon suspendu à cette tige, elle descend jusqu'à



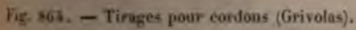


Fig. 864. — Tirages pour cordons (Grivolas).



Fig. 865. — Pédales pour bureaux et salles à manger (Grivolas).

ce que la traverse vienne toucher les deux ressorts latéraux et fermer le circuit ; si l'on cesse de tirer, un ressort à boudin fait remonter la tige jusqu'à sa position première, et le contact est rompu.

Dans le second modèle, la tige mobile, au lieu de se mouvoir en ligne droite, tourne autour d'un point fixe ; en tirant le cordon placé à gauche, on fait remonter le côté droit de cette tige, qui vient toucher les deux ressorts reliés à la pile et à la sonnerie et établir le contact ; un ressort à barillet ramène la tige à sa position d'équilibre lorsqu'on cesse d'agir sur le cordon. Ces deux modèles et surtout le dernier sont très faciles à dissimuler en enroulant en forme de boucle ou de nœud la partie supérieure du cordon.

On emploie encore dans les bureaux et les salles à manger des pédales (fig. 865) que l'on actionne avec le pied. L'appareil porte à sa partie inférieure deux ressorts semblables à ceux des boutons ordinaires (fig. 861) et qui sont en communication avec les deux conducteurs. En appuyant sur la tige, on amène ces deux ressorts au contact et l'on ferme le circuit. Un ressort à boudin relève la tige quand on cesse d'appuyer le pied. Dans le second modèle, on agit sur la tige par l'intermédiaire d'une pédale inclinée à charnière, qui peut se rabattre et se dissimuler dans le plancher quand on ne veut pas s'en servir. Les pédales ont l'avantage de n'être pas apparentes, mais elles exigent qu'on fasse passer les conducteurs sous le parquet, ce qui est fort incommode.

Contacts pour portes extérieures. — Aux portes des appartements, on se contente souvent des boutons usités à l'intérieur ; mais il est souvent préférable, surtout pour les portes extérieures, d'employer des appareils plus solides. On se sert alors de deux sortes de contacts qu'on actionne, les uns en tirant comme une sonnette, les autres en poussant comme un bouton ordinaire. Dans les deux cas, le contact s'obtient de la même façon : les extrémités des conduc-

teurs sont repliées de manière qu'ils se rapprochent en un point ; le bouton forme l'extrémité d'une tige qui se termine à l'autre bout par un tronc de cône en métal. En tirant ou en poussant le bouton, on amène ce tronc de cône à

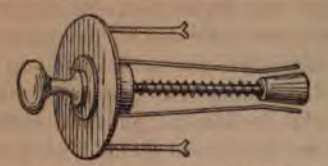


Fig. 866. — Bouton pour porte extérieure.

toucher les conducteurs au point où ils sont rapprochés et dénudés, et le circuit se trouve fermé ; un ressort ramène le bouton à sa position d'équilibre. La figure 866 représente un bouton de ce genre sur lequel on agit par tirage.

Contacts de sûreté. — Il nous faut enc quer d'autres interrupteurs qui ont p d'actionner une sonnerie automati chaque fois qu'on ouvre ou qu'on fe porte ou une croisée. Ils servent so annoncer l'entrée d'un visiteur dans le sins ou les bureaux ; ils peuvent s'ap si on le veut, à un meuble ou à un coffr avertir son propriétaire des tentatives tion. Parmi ces contacts, il y en a tinter la sonnerie aussi longtemps que reste ouverte ; d'autres, au contraire, duisent qu'un son très court à l'ouvert la fermeture ; d'autres ne font sonner l'ouverture seule.

Les contacts de feuillure (fig. 867) ap nent au premier groupe : ils se compose petite équerre de cuivre et d'un re même substance, communiquant avec

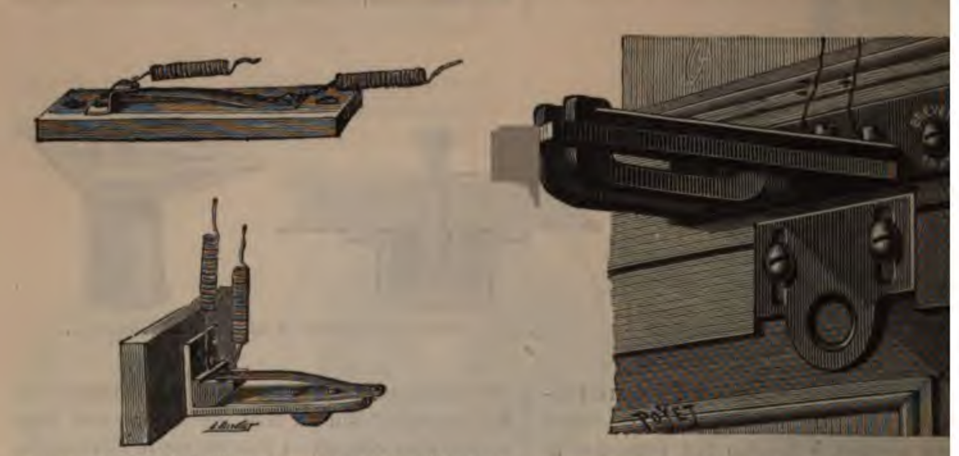


Fig. 867. — Contact de feuillure et contact va-et-vient (Grivolas).

Fig. 868. — Contact va-et-vient (Radiguet).

pôles de la pile, et disposés sur un petit morceau de bois qu'on fixe au-dessus de la porte ou dans la charnière verticale, de sorte que l'équerre reste en dehors de la feuillure. Le ressort au contraire se trouve aplati tant que la porte est fermée, et par suite le circuit est interrompu ; mais ce ressort se redresse dès que la porte s'ouvre et, venant au contact de l'équerre, ferme le circuit ; la sonnerie se fait donc entendre jusqu'à ce qu'en refermant la porte on aplatisse de nouveau le petit ressort. Si le tintement continu est parfois gênant, on dispose en un point du circuit un commutateur à l'aide duquel on interrompt le courant à volonté.

Pour obtenir un appel à l'ouverture et à la fermeture de la porte, on peut fixer au-dessus le second appareil de la figure 867 : il de deux ressorts placés à une petite l'un au-dessus de l'autre et reliés a pôles. En s'ouvrant et en se refer porte soulève un petit galet qui pour tour le ressort inférieur et lui fait l'autre : dans les deux cas, le circuit donc fermé pendant un instant seulem

L'appareil représenté figure 868 p même effet au moyen de deux pièces m fixées transversalement au-dessus de la d'une autre pièce métallique fixée à elle-même. Pendant l'ouverture et la fe cette pièce frotte un instant contre autres et ferme le circuit. Le frotte pièces métalliques a l'avantage de les e parfaitement propres. Plus robuste qu

cédent, ce contact convient surtout aux grandes portes.

Enfin, pour actionner la sonnerie seulement au moment de l'ouverture, on emploie ordinairement un contact *pied de biche* (fig. 869). Les



Fig. 869. — Contact pied de biche (Grivolas).

conducteurs aboutissent, l'un à un ressort, l'autre à une monture métallique portant à son extrémité une pièce recourbée qui peut basculer autour d'un axe horizontal : le tout est fixé sur une petite planchette, qu'on dispose au-dessus de la porte. Quand on ouvre la porte, elle pousse le bas de la pièce mobile dont la partie supérieure, s'inclinant en sens inverse, vient toucher le ressort et fermer le circuit. Il n'en est plus de même en refermant, car la porte pousse le pied de biche en sens contraire, et sa partie supérieure s'éloigne du ressort au lieu de s'en rapprocher.

Installation des sonneries domestiques. — Une installation de sonneries comprend quatre parties : la sonnerie, l'interrupteur ou bouton d'appel, la pile et la ligne. Nous avons décrit les deux premières. Pour la pile, on emploie généralement des éléments Leclanché. Deux éléments en série suffisent pour une seule sonnerie, lorsque le circuit ne dépasse pas 50 mètres. Au delà de cette limite, on ajoute un élément par 25 mètres. Il vaut mieux mettre plutôt un élément en excès, surtout si deux sonneries doivent fonctionner ensemble. Il faut placer ces piles dans un endroit dont la température ne soit jamais très élevée. Les sonneries d'appartement doivent du reste, contrairement à ce qui a lieu pour les lignes télégraphiques, être peu résistantes, comme le circuit lui-même.

La ligne est constituée généralement par du fil de cuivre de $\frac{9}{10}$ de millimètre, recouvert de gutta et de coton.

Aux points de raccordement des fils, on doit avoir soin que le contact soit parfaitement établi : on dénude les deux fils sur une longueur de 12 à 15 millimètres, on les frotte avec du papier émeri, pour les bien décaper et enlever les dernières traces de gutta, et on les tord ensemble à la main ou avec une pince, de manière à les mettre en contact par toute la partie découverte. On recouvre ensuite le joint avec une feuille très mince de gutta, qui se soude facilement au contact des doigts et protège le cuivre contre l'action oxydante de l'air. On peut même recouvrir ensuite le joint de coton, mais c'est généralement inutile. Si deux fils cheminent ensemble, ce qui a lieu le plus souvent, il faut éviter de faire deux joints à la même place, parce que si les fils venaient à se découvrir et à se toucher, le circuit se trouverait fermé et la pile s'userait inutilement.

Pour soutenir les conducteurs, on recommande souvent l'emploi d'isolateurs en os; cette précaution nous paraît inutile à l'intérieur des appartements. Lorsque la ligne est exposée à l'air, on la dispose comme une ligne de télégraphe ou de téléphone.

La disposition des sonneries et des boutons d'appel varie à l'infini suivant les effets qu'on veut obtenir. Pour éviter toute erreur dans l'agencement des fils, on a adopté la règle suivante : on relie par un fil le pôle négatif à toutes les sonneries, par un autre fil le pôle positif à tous les bontons, puis on fait partir de chaque appel un fil se rendant à toutes les sonneries qu'il doit actionner. Voici quelques exemples.

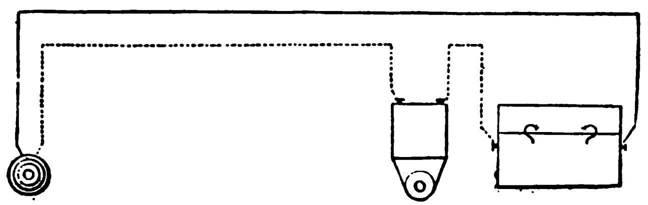
Le cas le plus simple est celui d'une sonnerie commandée par un bouton unique, ou même par plusieurs boutons. Les deux premiers dessins de la figure 870 montrent qu'il suffit d'appliquer la règle précédente, et qu'en appuyant sur un bouton on ferme toujours un circuit comprenant la pile et la sonnerie. Dans cette figure, on a supposé la pile renfermée dans une boîte qu'on voit à droite.

On peut aussi utiliser une même pile pour desservir plusieurs circuits comprenant chacun une ou plusieurs sonneries ou même d'autres appareils électriques, par exemple des allumoirs ou des lampes à incandescence pour un éclairage intermittent. Du pôle positif partent alors autant de circuits distincts allant aux boutons, puis aux sonneries, et revenant à la pile. Cette disposition est celle que l'on utiliserait dans une maison à plusieurs étages, les piles étant placées dans la cave et chaque appartement ayant une série de boutons et une sonnerie. En la combinant avec les autres, il est facile d'obtenir les indications correspondant au cas où la distribution de chaque appartement comprendrait un plus grand nombre d'appareils.

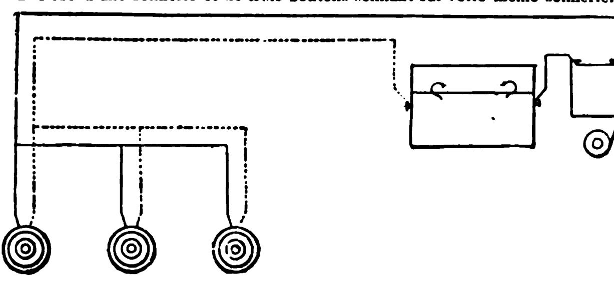
Pose de deux sonneries permettant de répondre. — Le troisième dessin de la figure 870 montre l'installation de deux sonneries pouvant s'appeler et se répondre mutuellement. De la pile partent deux circuits comprenant chacun un bouton et une sonnerie; une partie du fil est commune aux deux circuits. Dans l'un, le courant va de la pile au bouton, puis à la sonnerie; dans l'autre le courant suit l'ordre inverse.

Pose d'une sonnerie donnant à volonté un tintement ou un seul coup. — On préfère dans certains cas remplacer le tintement prolongé d(sonnerie ordinaire par un coup unique. Il facile d'obtenir ce résultat : il suffit que deux extrémités de l'électro-aimant soient liées aux deux pôles de la pile, sans que le c rant traverse l'armature ni le ressort C ou vis. On peut même transformer une sonn ordinaire en sonnerie à un seul coup en reli directement par un fil la borne *n* au point d tache de l'armature *a* (fig. 854); si la sonn est montée sur plaque de métal, il n'y a q

1° Pose d'une sonnerie et d'un bouton.



2° Pose d'une sonnerie et de trois boutons sonnant sur cette même sonnerie.



3° Pose de deux sonneries se répondant.

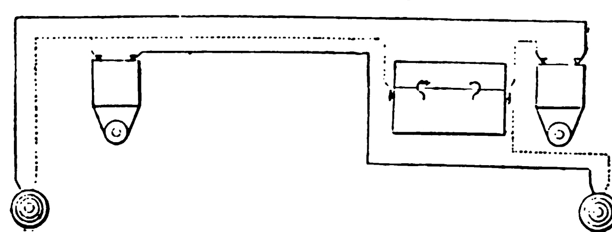


Fig. 870. — Installations diverses de sonneries.

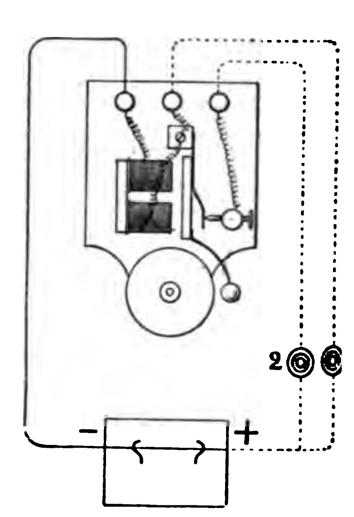


Fig. 871. — Sonnerie à trois bornes, don à volonté un seul coup ou un tintement.

attacher un fil à la borne de droite (fig. 855) et à la plaque de métal, par exemple en le serrant sous la vis qu'on voit à la partie supérieure de cette plaque. Enfin, si l'on relie la plaque métallique, non plus à l'une des deux bornes primitives, mais à une troisième qu'on peut fixer facilement soi-même sur la planchette (fig. 871), la sonnerie conserve la faculté de produire à volonté le tintement ordinaire ou un seul coup.

Si l'on ne veut employer la sonnerie qu'à frapper un seul coup, les communications s'établissent comme pour une sonnerie ordinaire, en laissant de côté la borne de droite (fig. 87 l'on veut produire à volonté l'un ou l'autre deux effets, il faut relier la borne de gauche pôle négatif d'une manière permanente; d'au part on fait aboutir comme d'ordinaire le positif aux deux boutons. Enfin on joint le b ton 1, qui doit produire un seul coup, à la bo du milieu, et l'autre à la borne de droite. L'i pection de la figure suffit à montrer qu'on tient ainsi à volonté l'un ou l'autre des d effets.

Pose d'une sonnerie continue. — On

contraire obtenir par une légère modification que la sonnerie se fasse entendre d'une façon continue, lors même qu'on a cessé d'appuyer sur le bouton d'appel, jusqu'à ce que l'on agisse sur un commutateur pour arrêter le tintement. Pour cela, on se sert d'une sonnerie à trois bornes, disposée comme nous venons de l'indiquer, mais en ayant soin que le ressort ne touche pas au repos la pointe de la vis. Les fils doivent alors être disposés comme dans le cas précédent, le bouton 2 seulement étant supprimé et remplacé par un interrupteur.

Lorsqu'on presse sur le bouton, on ferme le premier circuit : l'armature attirée par l'électro-aimant reste collée, et le marteau frappe une seule fois le timbre. Dès qu'on abandonne le bouton, le circuit est rompu, et l'armature s'éloigne de l'électro ; mais, en vertu de la vitesse acquise, elle dépasse sa position d'équilibre et vient toucher la pointe de la vis, de manière à fermer le second circuit. Elle est alors attirée de nouveau par l'électro et, à partir de ce moment, elle continue à osciller comme une sonnerie ordinaire, qui serait reliée d'une façon permanente aux deux pôles d'une pile, sans l'intermédiaire d'aucun bouton ou interrupteur. Il faut, pour la ramener au silence, interrompre un instant le second circuit : l'armature cesse de vibrer et reprend sa position d'équilibre : on referme aussitôt l'interrupteur, afin que l'appareil soit prêt à fonctionner lorsqu'on appuiera de nouveau sur le bouton.

Le même effet pourra être obtenu, au moyen d'une sonnerie dont le marteau serait mis en mouvement par un mécanisme d'horlogerie, le courant servant uniquement à produire le déclenchement, mais cette disposition serait beaucoup plus coûteuse.

Sonneries pour télégraphes et téléphones.

Tous les postes télégraphiques renferment une sonnerie, destinée à appeler l'attention des employés lorsqu'un autre poste demande à correspondre. Dans les téléphones, les sonneries servent de même à avertir le bureau central qu'un abonné demande la communication, ou que la communication entre deux abonnés est terminée. Le poste central s'en sert aussi pour attaquer les abonnés.

L'Administration des postes et télégraphes emploie ordinairement la sonnerie trembleuse, dite *cubique* (fig. 872), dans laquelle on retrouve les mêmes organes que dans la forme pendante, décrite plus haut.

L'électro-aimant E communique d'une part avec la borne C, de l'autre avec l'armature A ; le ressort R est relié à la borne Z ; l'interruption se fait entre A et R.

Les sonneries des télégraphes et des téléphones sont généralement à grande résistance.

Dans la sonnerie à rouage, le marteau est commandé par un mouvement d'horlogerie. Le courant de la ligne passe dans un électro-



Fig. 872. — Sonnerie trembleuse, dite cubique.

aimant, dont l'armature est attirée et déclenche le mécanisme. Le marteau frappe un certain nombre de coups, et le rouage est ensuite réenclenché par l'un des mobiles ; le système reste immobile jusqu'à ce qu'un nouvel appel se produise. En même temps qu'il agit sur le marteau, le mécanisme fait décrire un quart de tour à un disque portant le mot « *Répondez* », qui vient apparaître devant un guichet. En cas d'absence, l'employé est ainsi averti à son retour que le poste a été attaqué.

Il ramène alors le voyant à sa position première en tournant une petite clef. La sonnerie à rouage ne sert que pour une direction ; elle est peu employée.

Les sonneries à relais sont formées d'un relais et d'une sonnerie trembleuse. Le courant de ligne traverse le relais, dont l'électro-aimant attire son armature. Celle-ci déclenche un levier qui fait apparaître un voyant et ferme en même temps un circuit local contenant la sonnerie ; celle-ci tinte jusqu'à ce qu'on relève le voyant. Il existe plusieurs modèles de sonneries à relais.

La sonnerie Faure se construit pour une ou deux directions. Dans le premier cas, le relais

est formé d'un électro-aimant horizontal, dont l'armature est verticale et se termine par un crochet à la partie supérieure. Ce crochet maintient horizontal un levier pouvant tourner autour de son autre extrémité. Quand le courant passe, le levier bascule et vient fermer le circuit local en touchant un contact métallique. Pour arrêter le tintement, on appuie sur un bouton qui redresse le levier.

Dans le modèle à deux directions (fig. 873), qui est le plus répandu, il y a deux relais identiques EE communiquant chacun avec une des deux lignes et actionnant la même sonn chacune des armatures A est mobile autour axe horizontal, et se termine par une ti sur le sommet de laquelle s'appuie un butt appartenant à un levier horizontal mobil tour de l'axe o. Lorsque l'armature A est rée, la tige t s'écarte et abandonne le l horizontal, qui vient tomber sur une goup et ferme le circuit local de la sonnerie. Ch levier mobile porte un petit voyant D, qui se sente derrière un guichet lorsque le levi déclenché, et fait connaître quelle est la

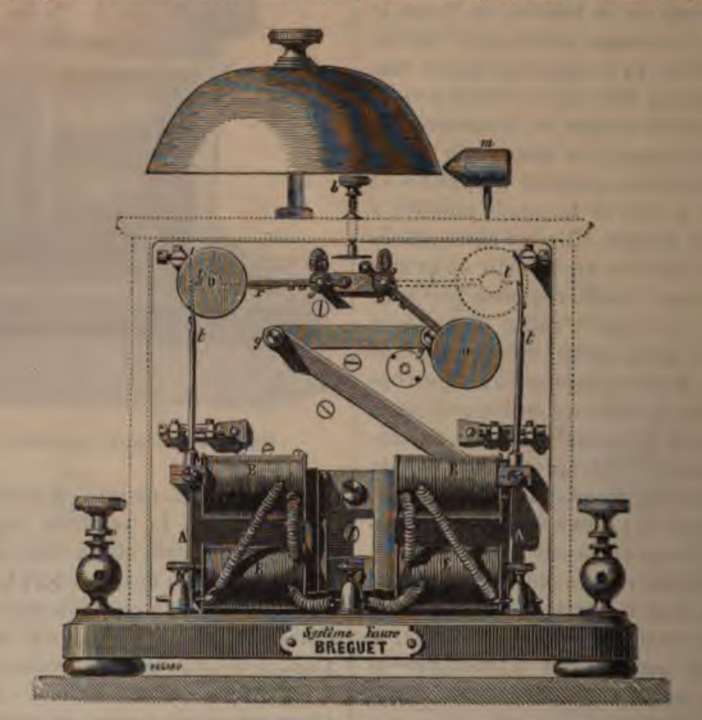


Fig. 873. — Sonnerie Faure à deux directions.

qui a attaqué. Un seul bouton b sert à réenclencher les deux leviers en appuyant sur l'extrémité opposée à D.

Pour les postes de moyenne et de petite importance, la Compagnie des chemins de fer de l'Est emploie des sonneries à relais qui peuvent donner deux effets différents, au moyen d'un commutateur placé dans le socle. L'armature se termine par un crochet qui maintient le voyant (fig. 874). Dans les petits postes, le voyant, en tombant, vient butter contre la pointe d'une vis et ferme le circuit local sur la sonnerie. C'est ce que montre la première partie de la figure. Le tintement continue jusqu'à ce qu'on relève le voyant. Les agents qui desservent ces postes étant parfois obligés de s' gner, on comprend que le tintement continu plus de chances de rappel au bureau. Dan postes de moyenne importance, dont les ployés ne s'absentent jamais, on fait entrer le circuit local, à l'aide du commutateur, l'a ture et le noyau du relais, de sorte que ce cuit se ferme seulement lorsque l'armature au contact du noyau. La sonnerie tinte seulement pendant que l'employé du poste attaque appuie sur son manipulateur. Ce pels intermittents suffisent dans ce cas.

Sous le nom de *sonneries d'urgence*, la Com gnie du Nord emploie des sonneries dan relais est remplacé par un rappel par inver

courant. Ce rappel est formé par un électro-
mant boiteux N, dont l'armature M, qui est
larisée, se termine par un crochet servant à
tenir le voyant R, peint en rouge.

En temps normal, cette armature reste collée
noyau de l'électro-aimant. Si celui-ci reçoit
courant positif, l'attraction est augmentée,
la palette ne bouge pas. S'il est traversé par un courant négatif, l'attraction se change en répulsion; l'armature se soulève et abandonne le voyant qui, en tombant, ferme le circuit local de la sonnerie. Cette sonnerie est placée sur le fil qui relie à la terre les récepteurs et les sonneries ordinaires du poste. Pour les communications ordinaires, on se sert de courants positifs, et la sonnerie d'urgence ne tinte pas. En

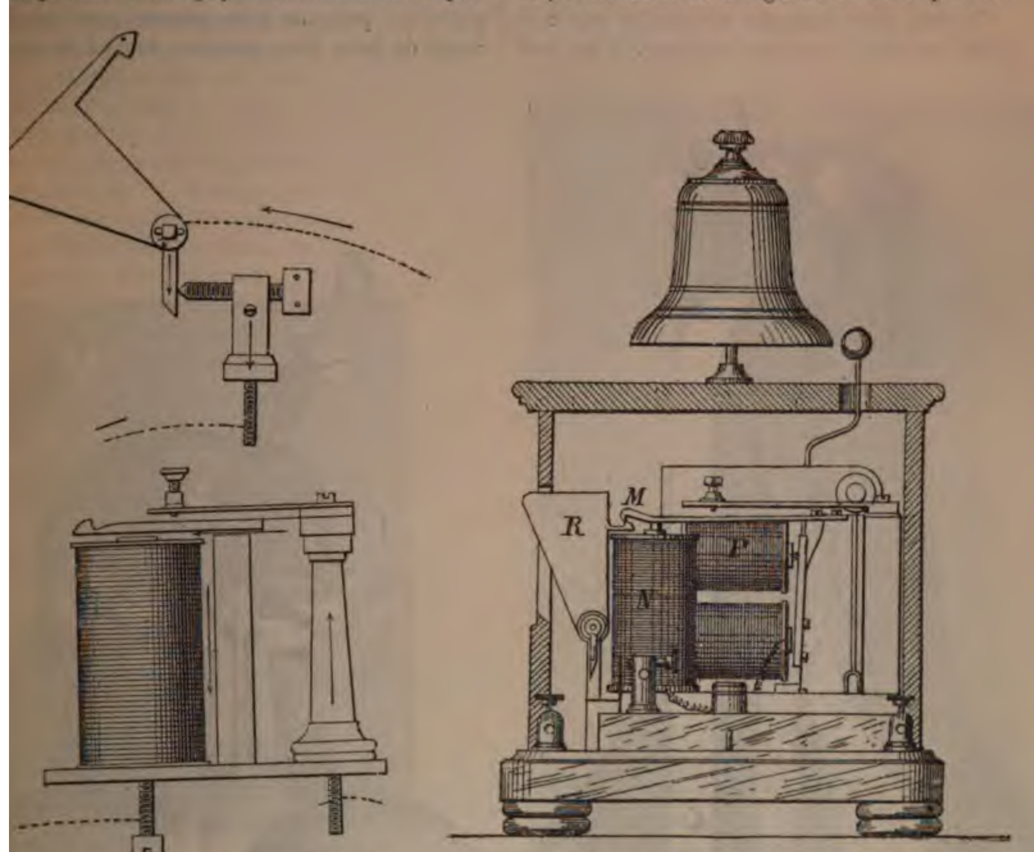


Fig. 874. — Sonnerie du chemin de fer de l'Est.

Fig. 875. — Sonnerie d'urgence du chemin de fer du Nord.

d'urgence, l'expéditeur renverse le courant
un commutateur, et l'employé est averti par
sonnerie d'alarme qu'il doit répondre toute
aire cessante.

onneries pour l'exploitation des chemins de fer.

Outre les communications télégraphiques et
éphoniques, les Compagnies de chemins de
utilisent encore les sonneries pour un grand
nbre de services relatifs à l'exploitation. Les
dèles qui précèdent, et notamment les son-
ies trembleuses, sont employés à cet usage.
us avons déjà cité un certain nombre d'appli-
ions aux articles Avertisseur, Block-system, Contrôleur, etc., notamment les sonneries de contrôle des disques.

Les sonneries de disques sont souvent placées au dehors; elles sont munies alors d'un paratonnerre, pour éviter les effets de la foudre.

Nous indiquerons encore les sonnettes d'essai pour piles, qui servent à vérifier rapidement l'état d'une pile. Ce sont des sonneries réglées pour fonctionner avec un seul élément en bon état, mais qui ne tintent plus lorsque l'élément a perdu une partie notable de sa force. Pour procéder à un essai, on touche successivement avec les deux fils de la sonnerie les deux pôles de chaque couple de la pile. Le modèle de

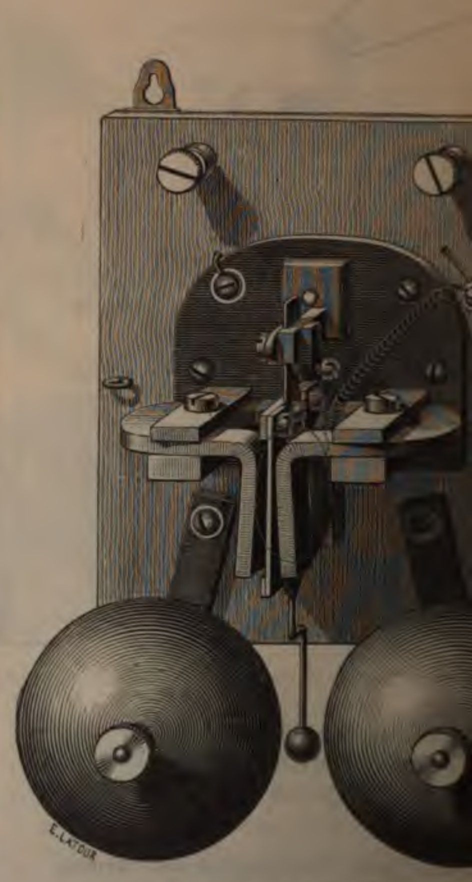
M. Postel-Vinay est formé d'une sonnerie sans timbre, renfermée dans un étui en cuivre de 7 centim. de longueur; le marteau frappe sur l'étui. Celui de M. Desruelles est muni d'une aiguille aimantée, qui indique si le courant passe.

Sonneries magnéto-électriques.

Ce sont des sonneries actionnées par une petite machine magnéto-électrique. Elles sont surtout employées en téléphonie, pour l'emploi des piles, lorsque l'on fait usag téléphones magnétiques; elles ont l'avanta supprimer l'entretien des piles. Ces sonn ont reçu en Amérique le nom de *magnet*

Dans certains modèles, le transmetteu une petite machine magnéto-électriqu genre Siemens, formée d'une bobine qui t entre les pôles de trois aimants parallèl suffit de faire faire quelques tours à la





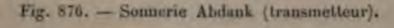

Fig. 876. — Sonnerie Abdank (transmetteur).

Fig. 877. — Sonnerie Abdank (récepteur).

velle pour lancer dans le récepteur des courants alternatifs, qui le font tinter. Ce récepteur est formé en général d'un électro-aimant vertical suspendu par un ressort entre les pôles d'un aimant en U. Quand l'appareil reçoit des courants alternatifs, l'électro-aimant oscille entre les deux pôles, et le marteau, fixé à son extrémité inférieure, frappe sur un timbre, deux timbres placés de part et d'autre figurerons à l'article Téléphone des poste phoniques munis de ce genre de sonneri

M. Abdank-Abakanowicz a imaginé u nerie magnétique plus simple. Le transm (fig. 876) se compose d'une bobine plat

ue par un ressort entre les branches d'un deux aimants permanents. Lorsqu'on sai- bouton inférieur et qu'on l'écarte brus- ent de sa position d'équilibre, la bobine nue à osciller pendant quelques instants. ouvement donne naissance à des courants atifs, que deux fils très flexibles trans- nt aux fils de ligne. L'appareil est muni disposition spéciale, qui ferme le circuit ment lorsqu'on agit sur le transmetteur.

récepteur (fig. 877) consiste d'ordinaire en obine reliée à la ligne et suspendue entre aimants fixes. Cette bobine est enroulée ne plaque de tôle portée par un ressort et née par le marteau. Dès qu'elle est tra- par les courants alternatifs résultant des tions du récepteur, son noyau s'aimante end alternativement des polarités oppo- Ces changements d'aimantation lui com- quent un mouvement vibratoire, et le eau qui la termine frappe les timbres à e oscillation.

OMÈTRE ou **AUDIOMÈTRE.** — Appareil né par M. Hughes pour étudier l'acuité ve. Deux bobines fixes, placées aux deux mités d'une règle divisée, reçoivent le nt d'une pile, interrompu à intervalles ré- s par un microphone, sur le socle duquel est une montre. Ces bobines sont enroulées nière à induire des courants de sens con- dans une troisième bobine, qui se meut g de la règle et communique avec un télé- . Il y a une position pour laquelle les nts se détruisent, et le téléphone est muet. le zéro. L'acuité auditive se mesure par la eur dont on peut déplacer la bobine te avant que le sujet perçoive le son.

sonomètre forme l'appareil de mesures de ance d'induction voltaïque (Voy. ce mot) ême auteur. Il a été appliqué dans l'élec- oumètre, le schiséophone, etc.

UDURE ÉLECTRIQUE. — M. E. Thomson de Benardos ont appliqué l'électricité à dure directe des métaux.

procédé Thomson consiste à appuyer for- t l'une contre l'autre les deux pièces à r et à y faire passer un courant très in- . Les deux pièces métalliques rougissent l'action du courant, se ramollissent et se nt intimement. A l'origine, on faisait de transformateurs spéciaux, dont le cir- secondaire n'offrait qu'une résistance né- ble. La disposition des appareils ayant odifiée depuis, nous décrirons seulement qui figuraient à l'Exposition de 1889.

L'auteur emploie actuellement deux métho- des : dans la méthode directe, qui sert surtout pour les petits objets, les pièces à souder re- çoivent le courant même de la dynamo ; dans la méthode indirecte, qui s'applique aux travaux plus importants, les pièces sont reliées à un transformateur, qui transforme le courant de la dynamo en un courant de force électromo- trice plus faible, mais de grande intensité.

Pour la méthode directe, on emploie une dy- namo bipolaire à courants alternatifs du type supérieur (fig. 878). L'induit porte deux enrou- lements distincts : l'un donne les courants alternatifs destinés à la soudure ; les courants de l'autre sont redressés et servent à exciter les inducteurs. Avec 2500 tours par minute, cette dynamo donne 20 volts et 4000 à 6000 ampères. Une table à souder placée au-dessus de la dy- namo porte deux mâchoires à ressort, reliées respectivement aux deux balais, et qui reçoi- vent les fils ou les petites tiges à souder. Pour les fils très fins, on se sert de petites mâchoires qui s'adaptent dans les grandes. Un rhéostat, placé sur le circuit inducteur, permet de faire varier l'intensité. Cette disposition permet de souder des fils dont le diamètre varie de 0,5 mil- limètre jusqu'à un centimètre.

Trois autres installations servent pour la mé- thode indirecte. L'une comprend une dynamo auto-excitatrice à courants alternatifs et une table à souder qui en est séparée. La dynamo (fig. 879) est à quatre pôles et peut donner 60 ampères et 300 volts à la vitesse de 1500 tours par minute. L'armature porte deux enroule- ments, comme dans la machine précédente : le courant destiné à l'excitation est transmis à un commutateur à quatre sections, monté sur l'ar- bre en avant du palier ; il est conduit par deux fils placés dans l'intérieur de l'arbre, qui est creux, et aboutissant l'un aux sections paires du commutateur, l'autre aux sections impaires.

Les courants redressés sont recueillis par deux balais reliés aux inducteurs. Les noyaux des inducteurs sont formés par des lames de fonte et de fer alternées et séparées par du papier. Celui de l'induit est formé de lames de fer isolées par du papier. L'enroulement des inducteurs et de l'induit est calculé pour que le champ magnétique prenne très vite son inten- sité maxima.

La table à souder (fig. 880) est formée d'une cage métallique renfermant un transformateur, et sur laquelle sont disposées les mâchoires à levier, dont l'une est fixe et l'autre mobile à l'aide d'une roue à main commandant un engre-

nage à vis sans fin. Le transformateur est composé d'un noyau creux, formé par des rondelles de fer doux serrées par des boulons; le circuit primaire comprend plusieurs tours de fil enroulés sur ce noyau parallèlement aux génératrices, et le circuit secondaire est constitué par un tube de cuivre placé dans l'intérieur du noyau et relié aux mâchoires par deux barres de même métal.

M. E. Thomson avait exposé encore deux autres installations, dont une était analogue à la précédente, mais plus puissante; la dynamo,

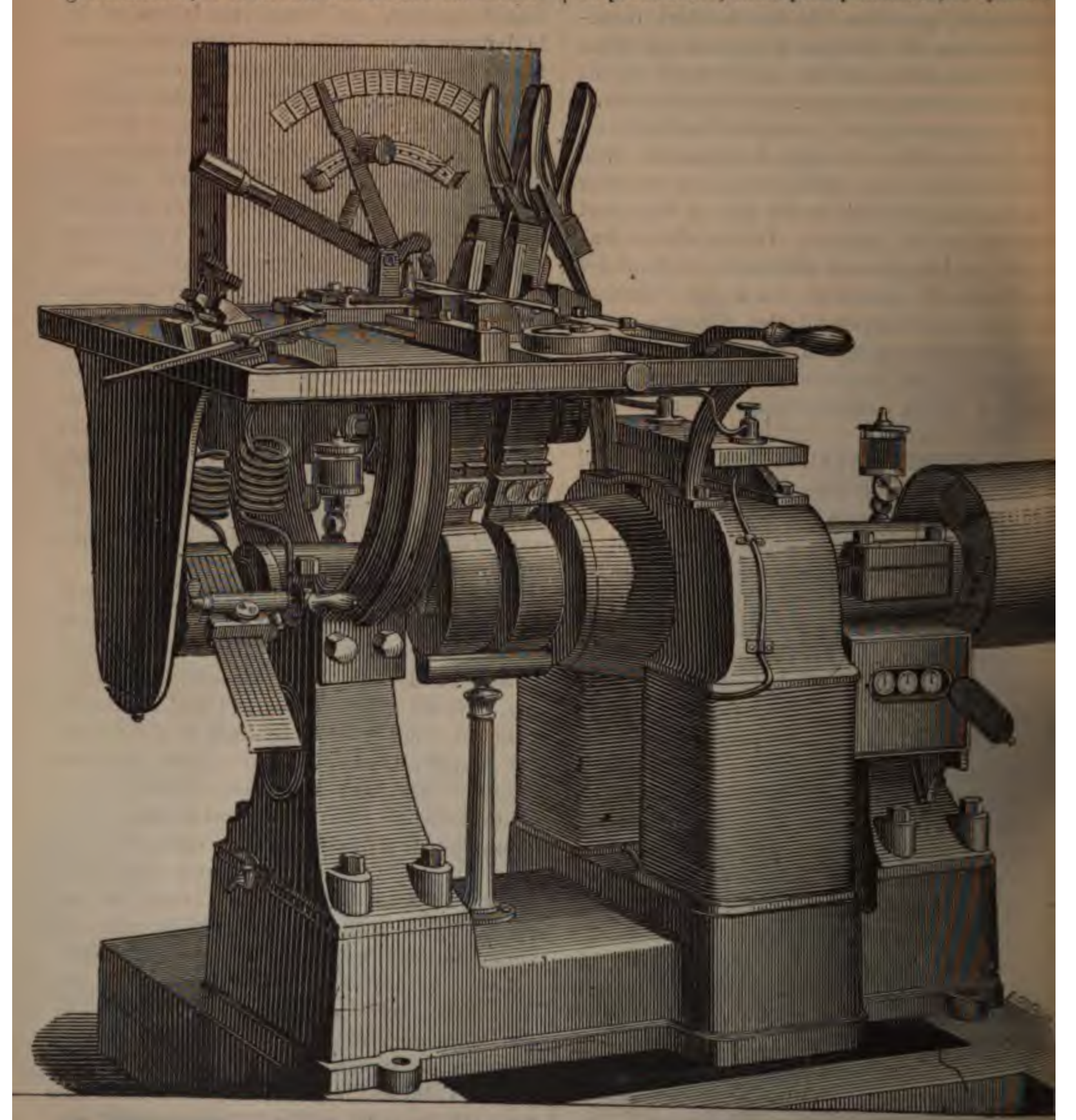


Fig. 878. — Soudure électrique par la méthode directe.

à six pôles et à excitation indépendante, peut donner 120 ampères et 300 volts avec 1000 tours par minute. Le transformateur donne 30 000 à 40 000 ampères avec environ 1 volt, et permet de souder des barres de fer de 25 à 50 millim. de diamètre.

La dernière installation, destinée aussi à la méthode indirecte, comprenait une *bobine de réduction*, qui permet de graduer l'intensité du courant secondaire, et un commutateur automatique destiné à rompre le circuit dès que la soudure est achevée. Pour cela, un levier fixé à

la mâchoire mobile vient butter sur la tige d'un interrupteur, lorsque cette mâchoire est arrivée au bout de sa course; il pousse la tige et ouvre le circuit.

La soudure électrique convient à de nombreuses applications. L'opération est si rapide que la perte de chaleur est très faible. On peut même souder des fils recouverts, sans que l'enduit isolant soit fondu sur plus de 1 ou 2 centimètres de chaque côté. Cette méthode s'applique aux ouvrages délicats de l'orfèvrerie comme aux travaux de grosse mécanique. Les métaux les plus divers, et même ceux qui résistent le plus aux méthodes ordinaires, fonte, laiton, bronze, maillechort, zinc, étain, plomb, aluminium, peuvent être soudés facilement. Citons,

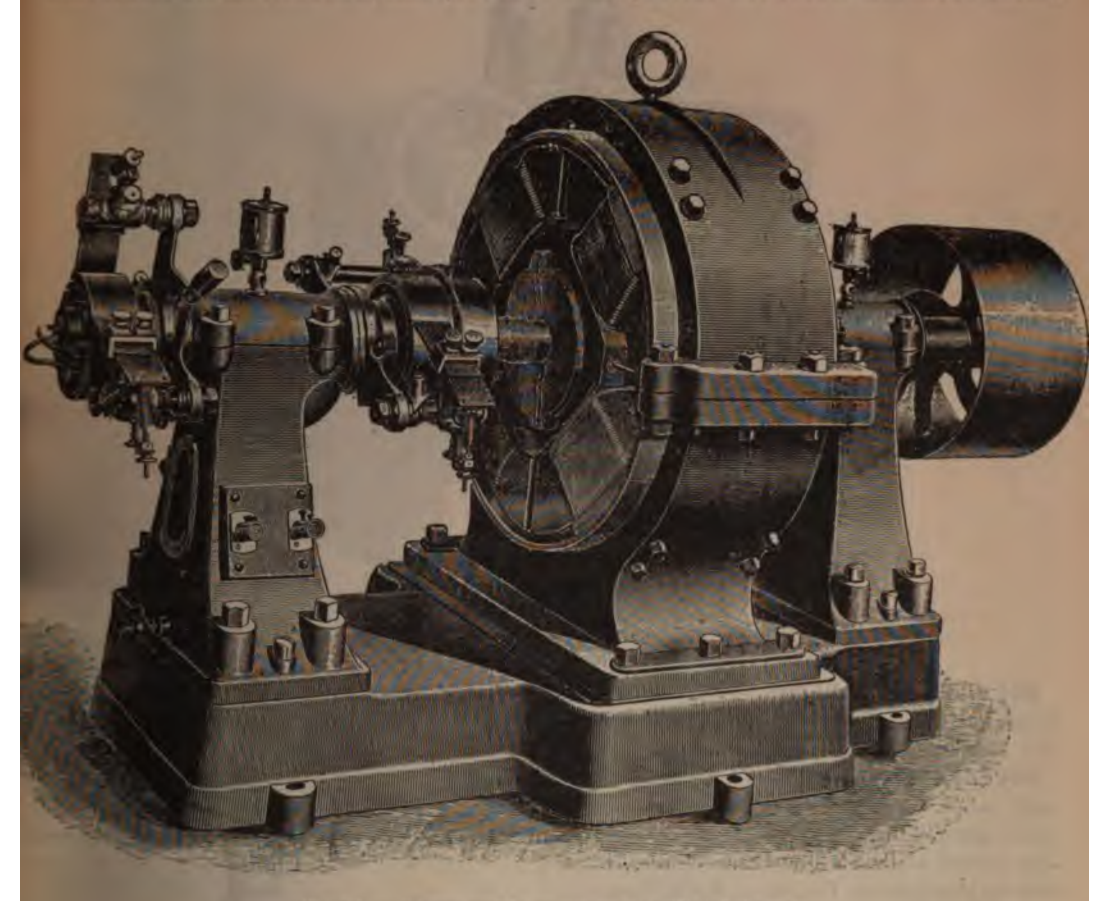


Fig. 879. — Dynamo pour la soudure par la méthode indirecte.

parmi les applications, le raccordement des fils dans la construction des dynamos, celui des tubes, la fabrication de longs rubans sans fin, scies, bandages de roues, cercles de tonneaux, etc.

Dans le procédé de Benardos, c'est la chaleur de l'arc voltaïque qui est utilisée. Les objets à souder sont placés sur une *enclume électrique*, table de fonte reliée au pôle négatif de la source. Le pôle positif communique par un conducteur souple avec un crayon de charbon à lumière, que l'on tient à la main et qu'on promène sur les surfaces à souder. La pièce étant libre, on peut facilement la déplacer dans tous les sens. Il est nécessaire de protéger la figure et surtout les yeux contre les effets de l'arc électrique (Voy. Coup de soleil électrique).

M. de Benardos emploie comme source une batterie d'accumulateurs du genre Planté, maintenue chargée par une dynamo. Cette batterie est divisée en plusieurs groupes, réunis en quantité. Un commutateur permet de prendre le nombre de groupes nécessaire, et un rhéostat à charbon sert à régler exactement l'intensité.

Ce procédé sert à fabriquer des réservoirs métalliques, des tonneaux étanches pour le

transport des liquides dangereux. Il est employé au Creusot pour réparer les pièces présentant des soufflures et au chemin de fer du Nord un usage analogue.



Fig. 880. — Table à souder.

SOUNDER OU PARLEUR. — Récepteur télégraphique dans lequel on lit la dépêche au son (Voy. Télégraphie militaire).

SOUPAPE ÉLECTRIQUE. — Appareil imaginé par M. Gaugain pour montrer que l'électricité passe d'une électrode en partie couverte d'un enduit isolant à une électrode nue, mais non en sens inverse. Voy. aussi Holtz (Tube de).

Dans la franklinisation, on emploie sous ce nom une pointe reliée au sol, qu'on place à une distance fixe du sujet, pour diminuer le potentiel auquel il est porté.

SOURDINE. — Disposition employée pour atténuer le bruit produit par le vent sur les fils télégraphiques ou téléphoniques ; ce bruit est dû aux vibrations longitudinales des fils et à leur frottement sur les supports. Le plus souvent, on coupe le fil en face de l'isolateur et l'on arrête chaque bout sur un anneau en porcelaine B, au centre duquel il s'engage à travers une plaque de caoutchouc (fig. 881) ; un câble solide A en fil de cuivre, recouvert d'un tube de caoutchouc, est fixé sur la gorge de l'anneau et rattaché à l'isolateur voisin. Un petit fil de cuiv recouvert de gutta-percha et non tendu,



Fig. 881. — Sourdine.

soudé aux deux sections du fil de ligne établir la communication.

SOUTIRER L'ÉLECTRICITÉ. — Faire éc l'électricité par une ou plusieurs pointes.

SPECTRE MAGNÉTIQUE. — Voy. F magnétique.

SPECTRO-TÉLÉGRAPHIE. — Méthode légraphie optique imaginée par M. La (Voy. Télégraphie).

[SPHY]GMOPHONE. — Appareil imaginé par [A]udet de Paris pour appliquer le micro[phone à] l'étude du pouls et des bruits de la [respirati]on. Le microphone (fig. 882) est formé [de deux] charbons HD. Le charbon inférieur H



Fig. 882. — Sphygmophone.

[est fixé] à l'extrémité d'un ressort E, qui se [trouve e]n contact avec la partie supérieure d'un [e]xplorateur K, réglé par l'écrou G. Le [charbon] supérieur D, suspendu par son centre [de gravi]té, est appuyé sur le charbon H par un [ressort] plié en deux et faisant ressort. Le bou[ton C pe]rmet de régler la position des char[bons. L']appareil se fixe sur le bras par un

[SPHÈRE ET TAB]LE DE ROGET. — Appareil montrant [les a]ctions des courants parallèles et de [sens contrai]res.

[SPIRO]GRAPHE. — Appareil électrique ima[giné par] M. Holmgrem et servant à enregistrer [les mou]vements respiratoires.

[SPOT.] — Image donnée sur un écran par le [miroir d]u récepteur sous-marin de Thomson.

[SPRIN]G-JACK. — Syn. de Jack-Knife.

[STATI]ON CENTRALE. — Usine produisant [l'électric]ité et la distribuant aux abonnés pour [l'éclaira]ge, la force motrice, etc.

[Nous a]vons indiqué plus haut les différentes [méthode]s proposées jusqu'à ce jour pour [réaliser c]ette distribution (voy. ce mot). Il nous [reste do]nc seulement à décrire sommairement [l'installa]tion de ces stations. Nous choisirons [quelque]s exemples parmi les plus récents.

[La com]position d'une station centrale varie avec les circonstances locales auxquelles on doit se plier; il est donc impossible d'indiquer des règles fixes. Remarquons cependant que l'éclairage ne peut être interrompu pour aucun motif: on doit donc toujours avoir un matériel de réserve suffisant pour parer à tous les accidents et assurer le service dans tous les cas. La consommation variant suivant les heures, il faut pouvoir régler la marche des machines suivant les besoins. Il est bon de disposer ces machines de sorte que chacune d'elles puisse alimenter l'un quelconque des circuits ou plusieurs à la fois; on peut ainsi ne mettre en marche que le nombre de machines nécessaire, suivant l'accroissement ou le ralentissement de la consommation. Dans ce but, la station comprend, outre les dynamos et les moteurs qui les actionnent, un *tableau de distribution* (Voy. ce mot) qui permet d'effectuer toutes les combinaisons possibles entre les dynamos et les circuits et qui renferme en outre les instruments de mesure nécessaires pour assurer la régularité du service.

Les stations centrales ont été d'abord établies aux États-Unis, où elles se sont multipliés assez rapidement, le prix du gaz étant généralement très élevé. En Europe, elles ont fait leur apparition beaucoup plus tard et se sont peu répandues jusqu'à présent: on n'en trouve guère qu'en France, en Allemagne et en Italie. Elles sont très coûteuses à établir, parce qu'elles exigent un local assez vaste, qui doit être ordinairement situé dans un quartier assez central, où le terrain est cher. En outre, l'établissement de la canalisation est onéreux; la station est généralement établie à l'origine pour un nombre de lampes plus grand que celui dont on a besoin, et les appareils ne fonctionnent d'ordinaire que pendant un petit nombre d'heures chaque jour. De plus l'exploitation en Europe est souvent défectueuse, les frais généraux sont exagérés, des extinctions se produisent encore quelquefois. Enfin les électriciens ont le tort de rester trop exclusivement sur le terrain économique et de ne pas faire valoir suffisamment les avantages nombreux de leur système d'éclairage. Comme nous l'avons dit plus haut (Voy. Éclairage), la lumière électrique ne peut pas actuellement se vendre au même prix que le gaz. C'est une lumière de luxe, très supérieure aux autres au point de vue de l'éclairage, de l'hygiène et du confort; mais ces avantages doivent se payer. Il est d'ailleurs impossible de fixer le prix de revient de l'éclairage par stations centrales,

car il dépend de circonstances multiples : importance de la station, étendue du réseau, système de distribution adopté, nature de la force motrice, durée moyenne de l'éclairage, cahier des charges, etc.

Station de Saint-Étienne. — Cette station, établie à la fin de 1885, et comprenant actuellement environ 5 500 lampes à incandescence, est une application du système Edison. L'usine, placée au centre de la ville, renferme 4 chaudières genre Farcot et 4 moteurs compound, à détente, pouvant développer 70 à 75 chevaux à la pression de 6 kilogrammes. Ces machines peuvent marcher ensemble ou séparément et commandent un arbre unique qui reçoit les transmissions de 7 dynamos Edison, de 120 volts et 375 ampères, dont une sert de rechange.

La canalisation est à trois fils (Voy. MONTAGE) sous une tension de 225 à 230 volts. Les dérivations des lampes sont établies sur les conducteurs principaux ou feeders, qui partent du tableau de distribution. Il y a actuellement deux circuits de feeders disposés de façon que la différence de potentiel soit à peu près la même pour toutes les lampes.

Le premier circuit contient en dérivation, à l'usine, un électro-aimant à grande résistance dont l'armature est maintenue par un ressort. Lorsque la différence de potentiel aux extrémités du groupe de feeders tend à s'écarter de 100 volts dans un sens ou dans l'autre, l'armature vient rencontrer l'un des deux contacts placés de chaque côté, et ferme un circuit qui renferme une sonnerie et une lampe bleue ou rouge. La sonnerie avertit le mécanicien et la couleur de la lampe lui indique dans quel sens il doit faire le réglage. L'autre circuit est muni d'un voltmètre, que le mécanicien surveille constamment. Le réglage se fait en intercalant des résistances de maillechort entre les feeders et la machine ; on le termine en agissant sur la résistance du circuit inducteur.

Les lampes sont du type Edison de 16 bougies. Les abonnés payent 6 centimes par lampe-heure.

Station de Tours. — Fondée en 1886, cette station, qui comporte environ 2,000 lampes à incandescence, est une application des transformateurs Gaulard et Gibbs. Elle comprend 2 machines Weyher et Richemond d'une puissance nominale de 100 et 150 chevaux et 3 dynamos Siemens à courants alternatifs, dont une sert de rechange, excitées par 3 machines Siemens à courant continu.

Il y a deux circuits primaires, d'environ 1 700 mètres chacun, sur lesquels les transformateurs sont disposés en quantité : la tension aux bornes des machines est 850 volts. Les lampes sont des systèmes Swan et Woodhouse et Rawson ; elles absorbent 48 volts et donnent 10 ou 16 bougies, suivant qu'elles consomment 0,6 ou 1 ampère.

Les abonnés payent 5 centimes par lampe-heure de 16 bougies, avec un minimum de 4 heures d'éclairage par lampe et par jour. L'usine ne fonctionne que depuis la tombée de la nuit jusqu'à minuit et demi ; hors de ces limites, il est impossible d'allumer les lampes ou d'employer le courant à un autre usage. Il faudrait pour cela maintenir constamment une machine en marche, ce qui augmente beaucoup les frais, ou employer des accumulateurs, ce qui est impossible avec les courants alternatifs exigés par les transformateurs.

Nous avons donné plus haut (Voy. ÉCLAIRAGE) quelques détails sur les stations centrales récemment établies à Paris.

Pour terminer cet article, nous croyons utile de rappeler que le conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine s'est préoccupé récemment de savoir s'il ne conviendrait pas de classer les stations d'electricité parmi les établissements insalubres ou incommodes, à cause des inconvénients qu'elles présentent. Le conseil a conclu, sur un rapport de M. Michel Lévy, qu'il y avait lieu de classer les grandes usines d'électricité, qui sont devenues assez nombreuses dans le département de la Seine pour mettre en jeu une force totale de 10 000 chevaux-vapeur : la même décision a été prise pour les grandes usines de production de force motrice.

Station centrale télégraphique ou téléphonique. — Syn. de poste ou de bureau central télégraphique ou téléphonique. (Voy. TÉLÉGRAPHIE et TÉLÉPHONIE).

STATIQUE (ÉLECTRICITÉ). — Voy. ÉLECTRICITÉ.

STEARN (SYSTÈME). — Système de transmission télégraphique duplex, imaginé par Stearn. (Voy. TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE SIMULTANÉE.)

STÉGANOTÉLÉGRAPHIE ou **STÉNOTÉLÉGRAPHIE.** — Système télégraphique imaginé par M. Cassagnes, en 1886, pour l'expédition rapide des dépêches météorologiques ou autres, et dans lequel la dépêche est reproduite en signes sténotélégraphiques. La sténotélégraphie est basée sur la combinaison de la sténographie mécanique et de la télégraphie. Elle peut s'appliquer à toute machine sténographique à clavier, mais elle a été surtout disposée pour la machine Michela, qui représente tous les sons

'une langue quelconque à l'aide de vingt gnes et de leurs combinaisons, imprimés en etites lignes distinctes sur une bande de apier. Ces lignes se lisent de gauche à droite.

L'appareil de M. Cassagnes permet d'obtenir, une station éloignée et avec la même vitesse, . bande sténographique que la machine ichela produit sur place. Le clavier de la maiine est placé au départ, les poinçons à l'arri-ße, et les deux pièces sont réunies par la ligne.

Le poste transmetteur (fig. 883) est muni d'un lavier de vingt touches, portant des contacts lectriques reliés alternativement aux pôles ositif et négatif de deux piles PP', mises à la terre par leurs autres pôles. Ces touches communiquent respectivement avec les vingt segments isolés d'un distributeur circulaire D, sur lequel tourne uniformément un frotteur F relié avec la ligne, et qui la met en rapport successivement avec les différents segments.

A l'arrivée, la ligne aboutit à un second frotteur F', qui tourne sur un distributeur D' semblable au premier, et dont les segments sont en connexion avec les relais polarisés $R_1, R_2, R_3, \ldots R_{20}$ (fig. 884). Pour les petites distances, les deux postes peuvent être réunis par un câble de 20 fils, dont le prix est possible pratiquement jusqu'à une distance de 2 à 3 kilom.

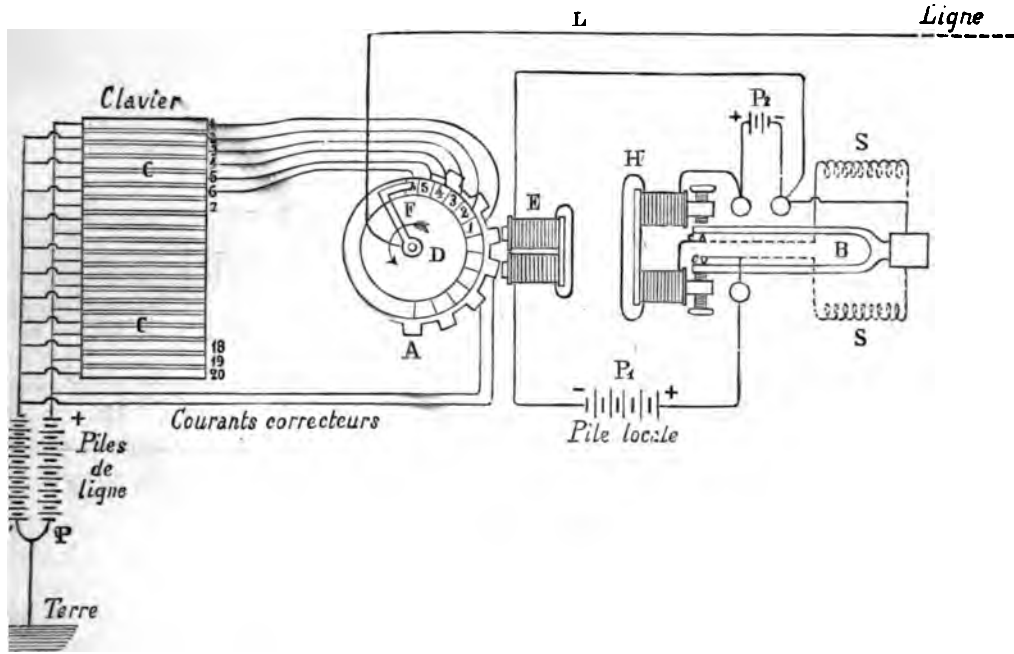


Fig. 883. — Poste de transmission.

Si les deux appareils sont parfaitement synrones, le courant émis au départ par l'abaisnent d'une touche est reçu à l'arrivée dans relais correspondant. L'armature de ce re-ı est attirée et ferme le circuit d'une pile ale P'_3, qui actionne les poinçons de l'appal imprimeur. Pendant un tour du frotteur, s les signes sténographiques correspondant ι touches abaissées s'impriment sur une me ligne. La bande de papier avance alors ne petite quantité, ce qui lui permet de recer une nouvelle ligne de caractères, et ainsi suite.

.'organe imprimeur I se compose de vingt nçons, portant les mêmes signes sténographiques que les touches du manipulateur. Chacun des poinçons *p* est commandé par l'armature d'un des électro-aimants *e*, intercalé avec la pile P'_3 dans un circuit aboutissant d'une part à la borne V, de l'autre à l'un des buttoirs V_1, V_2, V_3, etc. Quand l'armature du relais R correspondant se trouve attirée, c'est-à-dire lorsque, à l'autre poste, on appuie sur la touche portant le même signe, ce circuit se trouve fermé, et le poinçon s'appuie sur la bande de papier, qui est enroulée autour de G et passe au-dessus des poinçons.

Après l'impression, les relais sont rappelés à l'aide de courants locaux. Quand le dernier des relais de la combinaison est rappelé, aucun

courant ne traverse plus le circuit de P'_3 ; l'armature de l'électro-aimant M, placé dans le même circuit, est alors abandonnée, et le papier avance d'un interligne. L'appareil est prêt à recevoir une nouvelle combinaison de signaux. Après chaque émission, la ligne se trouve mise à la terre automatiquement.

Nous avons supposé les deux frotteurs parfaitement synchrones ; ce synchronisme est obtenu au moyen de la roue phonique de M. La Cour.

Le frotteur F est calé sur l'axe d'une roue dentée A en fer doux, qui porte une cuvette pleine de mercure destinée à servir de volant. L'électro-aimant E, placé en regard d· roue, reçoit de la pile P_1 un courant p quement interrompu par l'électro-diapa le mouvement du diapason est entreten pile P_1 et l'électro H. Les bobines de ré SS empêchent les étincelles de rupture. l A est d'abord lancée à la main, pı continue à tourner régulièrement, gr attractions successives que les dents su en passant devant l'électro-aimant E, tour à tour aimanté et désaimanté.

Le poste récepteur est muni d'un s absolument identique, servant à entra

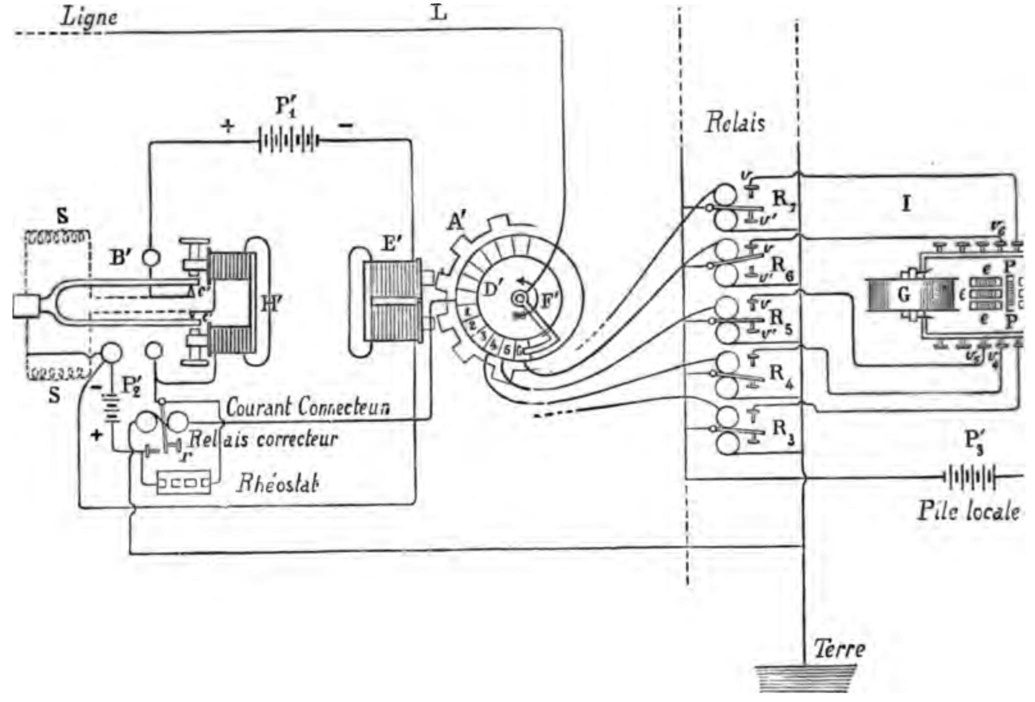


Fig. 884. — Poste de réception.

frotteur F'. Un système de correction remédie aux petites inégalités de vitesse qui peuvent se produire.

Les modèles les plus nouveaux sont munis d'un récepteur un peu différent, qui est destiné à fournir des bandes portant non plus des signes sténographiques conventionnels, mais des lettres en caractères typographiques. Comme le transmetteur n'est pas modifié, le récepteur ne donne pas l'orthographe usuelle ; toutes les lettres inutiles sont passées.

Ce nouveau récepteur (fig. 885) comprend quatre roues des types r, r_1, r_2, r_3, montées à frottement sur l'arbre A : la première, affectée à la première consonne de chaque porte 26 caractères ; la seconde est de la deuxième consonne de chaque sylla troisième aux voyelles ; elles portent ı 11 caractères ; enfin la dernière, qui es de 26 caractères ; imprime la dernière c de chaque syllabe. Chacune de ces r munie d'un limaçon S, portant des d nombre égal à celui des caractères de correspondante.

Le distributeur communique, comm les anciens modèles, avec les 20 éle E_1, E_2,... munis d'armatures a, a_1, cune de ces armatures porte une ti

essort maintient engagée, au repos, dans
oche, e, e_1, e_2,... d'une glissière horizon-
G_1, G_2... Un ressort à boudin R tend à
r les glissières vers la gauche.
re A, qui porte les roues des types, est
vant ce jeu de 20 glissières. Chaque li-
S est calé par rapport à la roue corres-
te de telle sorte que, si une dent quel-
de la spirale est arrêtée par une des
s horizontales, la lettre qui correspond
dent se trouve en ce moment précis
tampon d'impression T. Par conséquent,
baisse une touche du clavier, l'armature de l'électro correspondant est attirée, la tige verticale déclenche la glissière, que le ressort à boudin entraîne vers la gauche. A ce moment, l'extrémité de la glissière se trouve à une distance de l'axe A déterminée par les vis de réglage V, V_1, V_2... Si l'on déclenche alors le système des roues des types, l'extrémité de la glissière arrêtera la dent de la spirale située à la même distance qu'elle-même de l'axe de rotation. L'appareil est réglé pour que la lettre correspondante se trouve alors sous le tampon T.

Si l'on transmet une syllabe, les quatre glis-

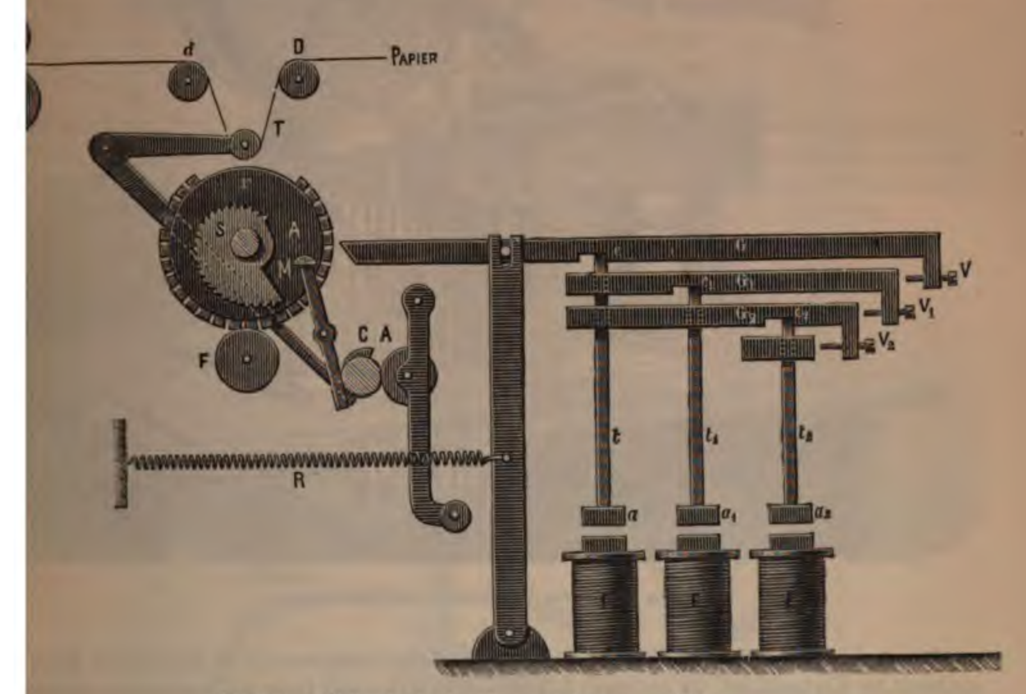


Fig. 885. — Schéma du récepteur Cassagnes (nouveau modèle).

orrespondantes s'avancent vers les roues
s ; chacune d'elles arrête une dent d'une
rales, et les quatre lettres s'impriment
nément ; c'est l'arbre A', muni de ca-
convenablement disposées, qui donne
d'impression ; d'autres cames, fixées
même arbre, repoussent ensuite les glis-
qui reprennent leur position de repos.
es des types, entraînées par l'arbre A,
t leur rotation et sont arrêtées au blanc
taquet M, qui les maintient dans cette
, tandis que l'arbre tourne fou. En même
ne came spéciale fait avancer le papier
terligne.

Si une roue des types n'est pas employée dans une syllabe, elle fait un tour sans s'arrêter. Si deux ou trois touches doivent être frappées simultanément pour produire une certaine lettre, les déplacements individuels des glissières s'ajoutent les uns aux autres, et permettent d'arrêter la dent convenable.

La figure 886 montre l'ensemble de ce récepteur.

Enfin, M. Cassagnes a introduit diverses modifications permettant d'accroître encore le rendement. On peut transmettre ainsi jusqu'à 200 mots par minute, ce qui permet de suivre la parole d'un orateur quelconque, le débit

variant de 80 à 180 mots, soit 130 en moyenne.

L'appareil peut aussi transmettre en orthographiant, mais le rendement est réduit d'environ 30 p. 100.

Pour la transmission à grande distance, le câble à 20 fils serait trop coûteux. On se sert alors toujours d'un seul fil, mais l'appareil transmission est modifié. Le clavier comma un perforateur à 20 poinçons, qui perce dans bande de papier de petits trous carrés, co nablement distribués. Cette bande passe ens dans un transmetteur, muni de 20 leviers

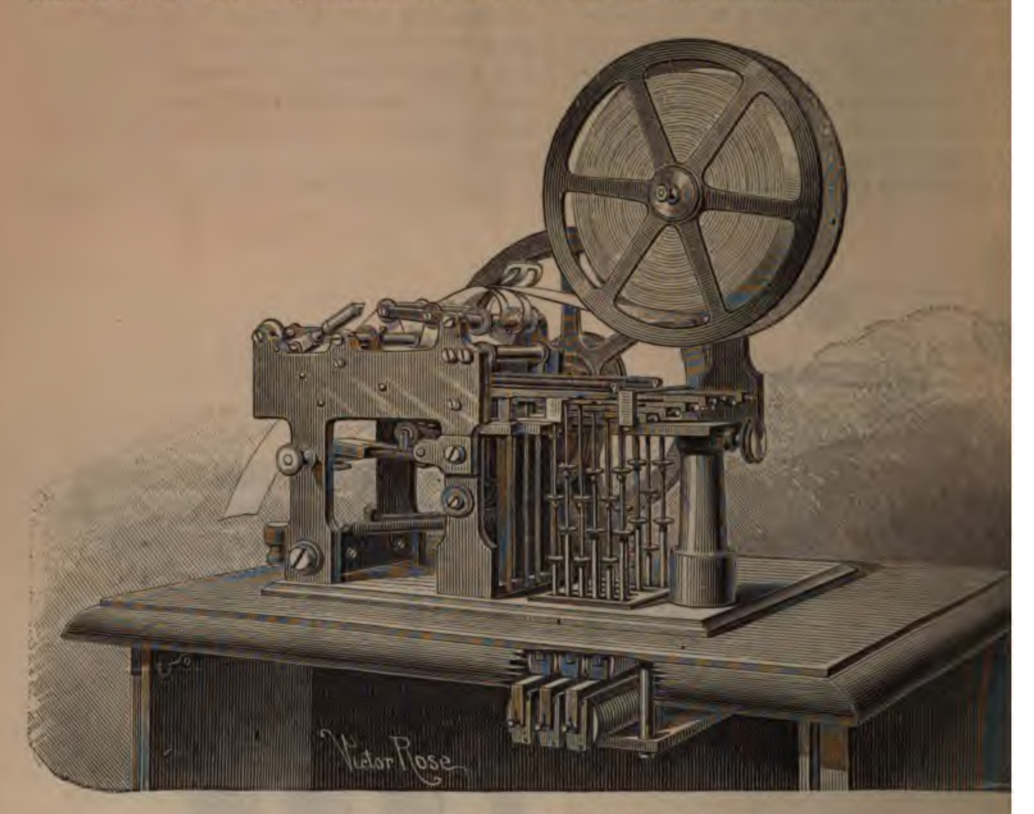


Fig. 886. — Vue d'ensemble du récepteur Cassagnes.

puyés par des ressorts. Quand les leviers rencontrent les perforations, ils émettent des courants que le distributeur répartit sur la ligne.

STÉTHOSCOPE MICROPHONIQUE. — Le stéthoscope sert à étudier les bruits des poumons, du cœur et des vaisseaux. Le Dr Boudet de Pâris a appliqué le microphone à cette étude. Le pavillon B s'applique au point étudié (fig. 887), et communique avec un tambour fermé par une vessie T parfaitement tendue, qui porte l'un des charbons C' du microphone. L'autre charbon C peut tourner autour d'un axe horizontal : pour régler la sensibilité, ce charbon porte une aiguille aimantée sur laquelle agit la vis M également aimantée, et dont on peut faire varier la distance.

La boîte qui protège le microphone contient aussi une pile P au chlorure d'argent, et un téléphone récepteur qu'on attache aux deux b extérieures. Pour les bruits des vaisseau remplace le pavillon B par le tambour A, par une membrane tendue, au cent laquelle est fixé un bouton d'ivoire applique sur le vaisseau à explorer.

M. Ducretet a construit un appareil ana (fig. 888). T' est un tambour explorat membrane vibrante de Marey, communi par le tube *cc'* avec un autre tambour T que, qui porte la plaque de charbon P du n phone. Le crayon C de même substance a plus ou moins fortement sur cette plaqu vant la position du contre-poids PO. Le n phone est placé dans un circuit contenan pile et un téléphone.

STRATES, STRATIFICATIONS ou **ST** — Lorsqu'un tube à gaz raréfié ou un œu

renferme de l'hydrogène ou un autre ombustible, la lueur observée se compose uches parallèles alternativement brillantes et obscures, qu'on appelle stratifications. Ce phénomène paraît dû à l'intermittence de la décharge. Si on l'examine avec un miroir tour-

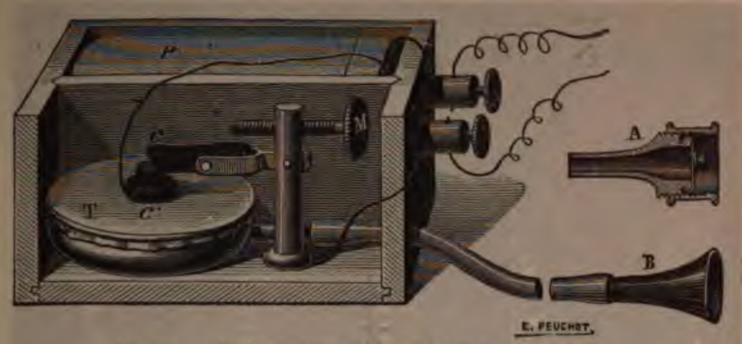


Fig. 887. — Stéthoscope microphonique du Dr Boudet de Pâris.

les stries semblent partir alternativement eux pôles. Chaque décharge n'est pas un mène continu, elle est due à une série llations alternativement de sens contraire.

Les stratifications ont été étudiées par MM. Gassiot, Spottiswoode, Warren de la Rue et Müller. La figure 889 montre quelques-unes des apparences obtenues par M. W. de la Rue.

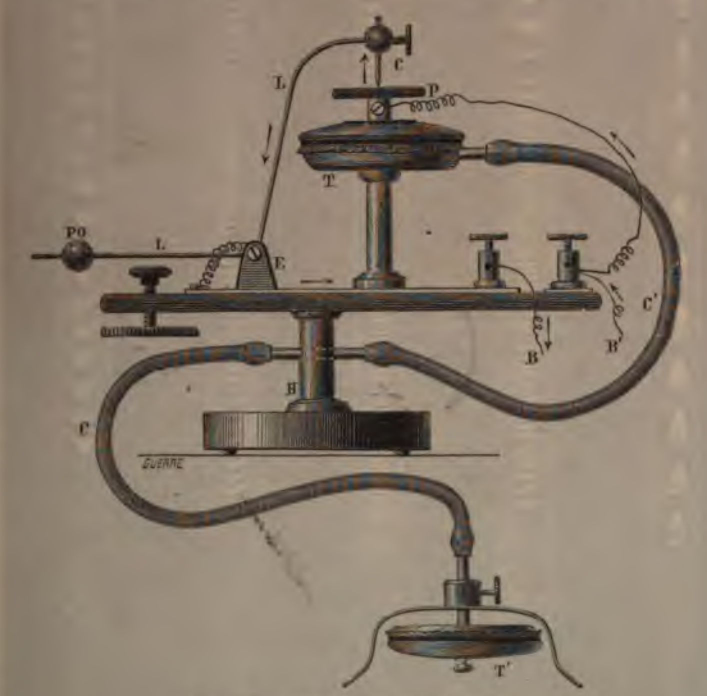


Fig. 888. — Stéthoscope de M. Ducretet.

FACE ÉQUIPOTENTIELLE ou de **NIVEAU.** face dont tous les points sont au même iel (Voy. Équipotentiel).

FACE (Montage en). — Voy. Montage et ge.

SATURATION MAGNÉTIQUE. — État d'un aimant auquel on a donné une aimantation plus grande que celle qu'il peut conserver normalement. (Voy. Saturation.)

SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE. — Syn. de coefficient d'aimantation. (Voy. Aimantation.)

SUSPENSION BIFILAIRE. — Voy. Bifilaire.

SYNCHRONISATION DES HORLOGES. — Voy. HORLOGE.

SYNCHRONISATION DES MOUVEMEN M. Deprez a pu résoudre ce problème pou

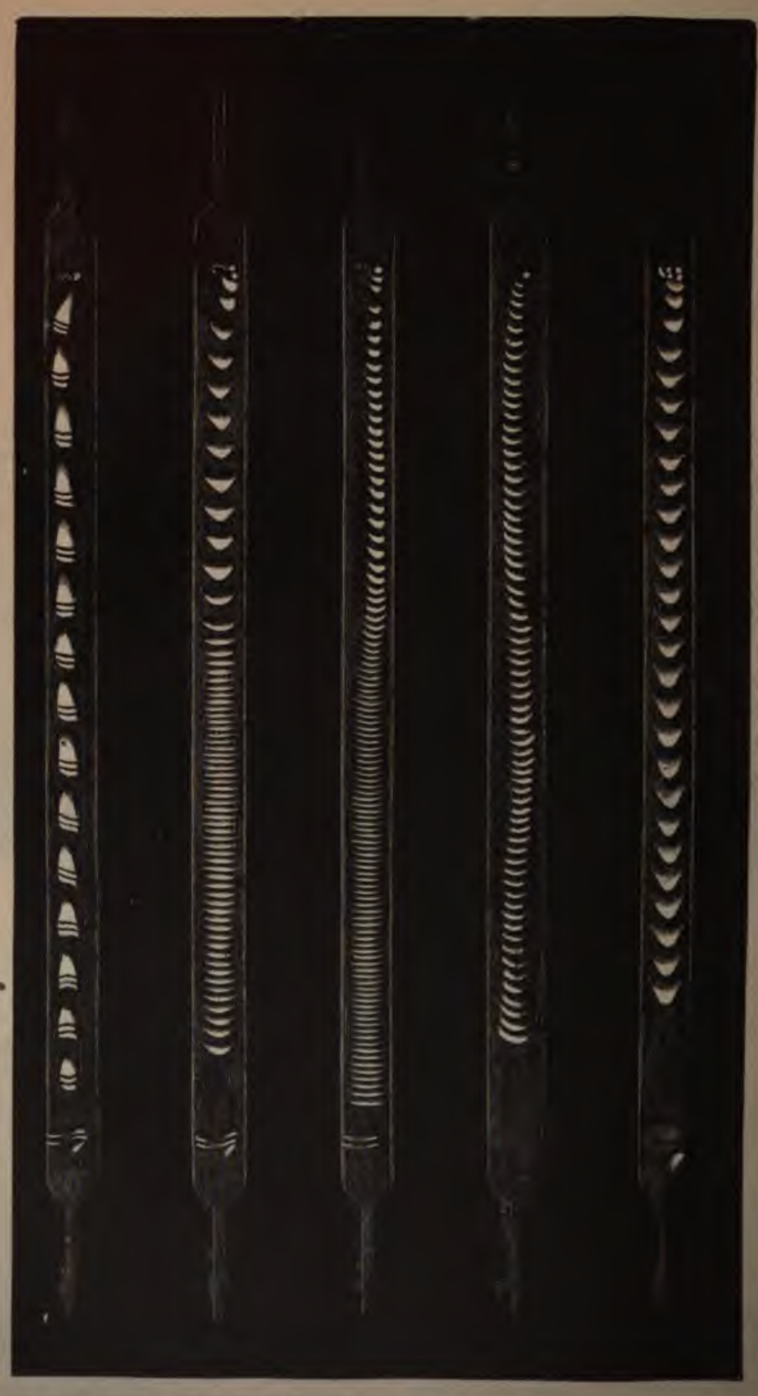


Fig. 889. — Stratifications.

mouvements de rotation, dont la vitesse ne dépasse pas quarante tours par seconde. Il se sert d'un transmetteur et d'un récepteur. premier est formé de deux commutateur

B, tournant sur le même axe et croisés à angle droit, qui renversent le courant chacun deux fois par tour; les positions de l'axe qui correspondent à ces inversions se suivent ainsi à des intervalles d'un quart de tour, et les deux fils qui partent de l'appareil sont parcourus par les courants *a* et *b*, dont les alternances forment à chaque tour les quatre combinaisons suivantes :

$$+a+b \quad +a-b \quad -a-b \quad -a+b$$

Le récepteur est formé de deux bobines Siemens A'B', fixées aussi à angle droit sur un même axe, se confondant avec l'axe d'un aimant permanent, entre les branches duquel tournent les bobines. Quand elles sont traversées par des courants de même intensité, mais de signe quelconque, elles se placent dans une position telle que l'angle droit de leurs noyaux soit bissèqué par la ligne des pôles, et à chaque combinaison de courants correspond une seule position d'équilibre. Par suite, l'axe du récepteur suit tous les mouvements de celui du transmetteur, à un quart de tour près et dans les deux sens. Un mouvement quelconque pouvant être regardé comme la résultante de deux mouvements de rotation, on peut, grâce à l'adjonction d'un mécanisme simple, transmettre à distance un mouvement de grandeur et de direction quelconque, et par suite le dessin ou l'écriture.

T

TABLE D'AMPÈRE. — Appareil servant à répéter les expériences d'Ampère sur l'électrodynamique (Voy. ce mot).

TABLE D'ÉLECTROTHÉRAPIE. — Table portant tous les appareils nécessaires pour la galvanisation et la faradisation et permettant de faire toutes les mesures nécessaires en électrothérapie, telles que celles de l'intensité et de la différence de potentiel du courant qui traverse le malade. La maison Bréguet a construit pour la Salpêtrière une table de ce genre dont la disposition rappelle celle de la table de mesures décrite plus haut.

TABLE DE MESURES. — Voy. Mesures et Pont de Wheatstone.

TABLEAU DE DISTRIBUTION. — Tableau placé près des dynamos et portant tous les instruments de contrôle et de mesures nécessaires pour assurer la régularité du service dans une installation d'éclairage ou une distribution d'énergie électrique. La composition de ce tableau varie avec le nombre des dynamos et des circuits, la nature des brûleurs, le mode de montage, les heures d'allumage et d'extinction, etc. Le tableau de distribution renseigne le mécanicien sur la marche de l'éclairage et lui permet de fermer et d'ouvrir les différents circuits et d'introduire les résistances nécessaires. Il doit être disposé pour qu'on puisse envoyer le courant d'une quelconque des dynamos dans une quelconque des circuits, condition essentielle en cas d'accident.

Comme exemple, nous donnons d'abord le tableau employé dans les installations de la Société Cance (fig. 890). Un ampèremètre donne l'intensité du courant; un voltmètre fait connaître la différence de potentiel aux bornes, lorsqu'on appuie sur le bouton placé au-dessous. Dans le montage en dérivation, chaque circuit de lampes contient un rhéostat, ce qui permet d'avoir avec un seul générateur des lampes d'intensité différente, et un indicateur de marche (Voy. ces mots). Le rhéostat peut aussi être placé dans le circuit d'excitation. Des coupe-circuit et des interrupteurs complètent ce tableau.

Le tableau de distribution de M. Bardon (fig. 891) diffère un peu du précédent. La ligne est à trois fils, comme dans le système de distribution Edison. Un ampèremètre donne l'intensité. Deux voltmètres permettent de prendre la différence de potentiel sur l'un ou l'autre pont, en appuyant sur les boutons placés au-dessous. On pourrait n'employer qu'un seul voltmètre, qu'on placerait à volonté en dérivation sur chacun des deux ponts. Les commutateurs placés en bas au milieu permettent de placer les lampes à arc sur l'un ou l'autre pont, et d'intercaler l'ampèremètre dans chaque circuit. Enfin chaque circuit contient un indicateur de marche et un rhéostat. Les rhéostats Bardon sont formés d'un fil de maillechort enroulé sur un cadre muni de traverses isolées par une couche d'amiante, et disposé de manière que les diffé-

rentes spires ne puissent se toucher. Au-dessous est un curseur, mobile sur une règle horizontale, et qu'on déplace pour faire varier la résistance. Le réglage obtenu, on fixe le curseu l'aide d'un écrou.

La figure 892 représente un tableau de d

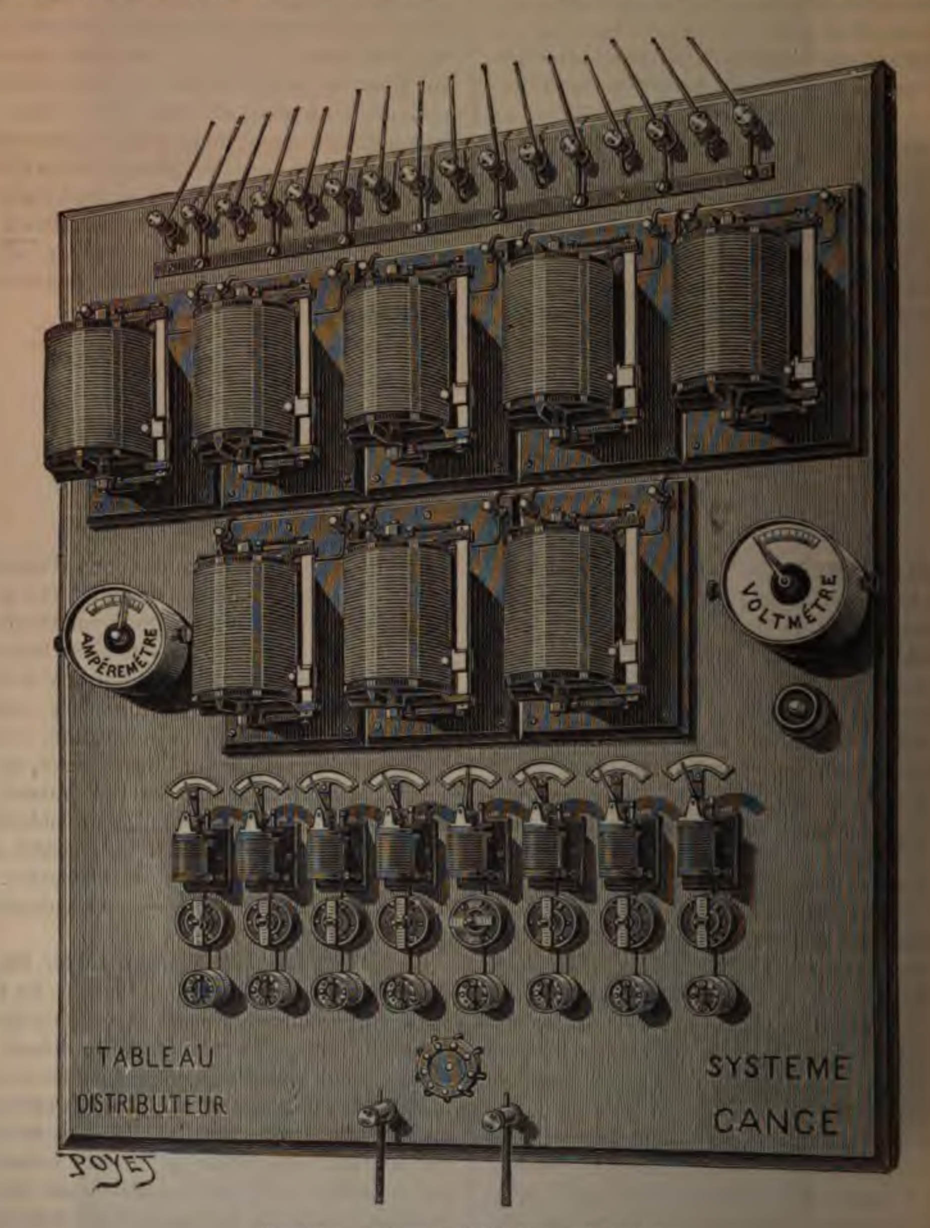


Fig. 890. — Tableau de distribution, système Cance.

tribution pour laboratoires : toutes les communications sont visibles. Quand on veut utiliser directement le courant de la dynamo, on place les fiches *ff* dans les trous de I', et l'on tourne la manette de I'''' sur le circuit qu'on veut alimenter; le fil de retour commun revient à gauche. Les rhéostats RR', placés dans le cir d'excitation et dans le circuit extérieur, perm tent de régler l'intensité, qui est donnée l'ampèremètre A. Le voltmètre V fait conn la différence de potentiel aux bornes de la chine, quand on agit sur le poussoir I'. Enfin

mulateur I'' sert à charger une batterie cumulateurs, et à lancer le courant de ces reils, soit dans les circuits extérieurs, soit la machine pour l'employer comme mo-

BLEAU INDICATEUR. — Appareil destiné, les installations de sonneries électriques d'une certaine importance, à faire connaître d'où vient l'appel.

Ce tableau contient autant de guichets qu'il y a de pièces à desservir; une sonnerie unique, jointe à l'appareil, sert à appeler l'attention, et le numéro ou le mot qui apparaît à l'un des guichets indique le lieu d'ou provient l'appel.

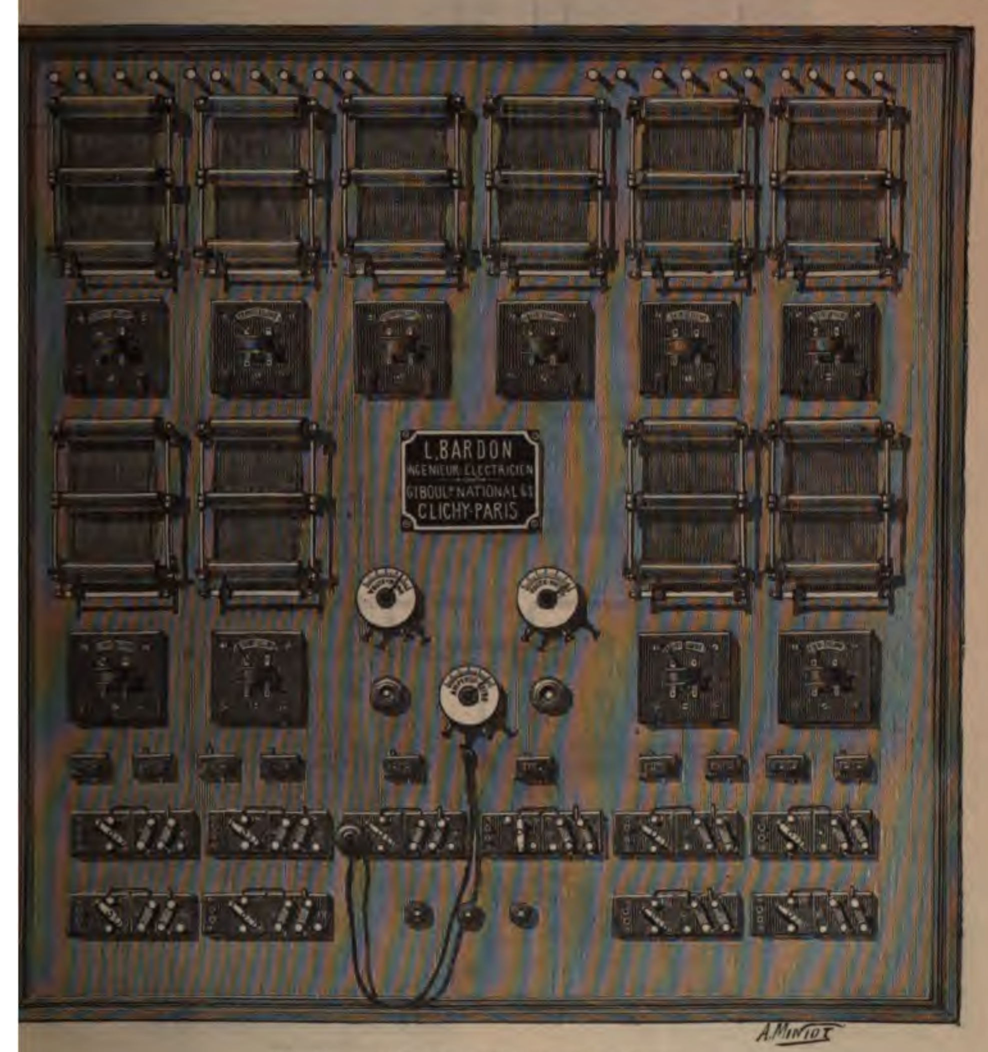


Fig. 891. — Tableau de distribution, système Bardon.

st formé d'une plaque opaque percée d'un n nombre d'orifices. Derrière chacun de ichets (fig. 893) se trouvent deux petits o-aimants, entre lesquels est suspendue rmature de fer doux, mobile autour d'un orizontal, et portant à sa partie supérieure rte munie de l'indication nécessaire.

figure 894 montre le mode d'installation. La pile est supposée renfermée dans une boîte. Le fil positif, figuré en pointillé, se divise pour aller aboutir à chaque bouton : de chacun de ces boutons part un fil de jonction qui va à la borne correspondante du tableau, et de là à l'électro-aimant situé à gauche du numéro correspondant; un fil unique relie au pôle négatif la borne T à laquelle s'attachent les autres ex-

trémités de tous ces électro-aimants. Enfin deux autres fils partant des pôles viennent s'attacher aux bornes C et Z du tableau et ferment le circuit nécessaire pour la disparition électrique des numéros après chaque appel. Ce circuit comprend tous les électro-aimants situés à

la droite des guichets et un bouton i
placé au bas du tableau.

Lorsqu'on appuie sur le bouton
correspond au numéro 1, le courant
la sonnerie et dans l'électro qui es
de ce chiffre; celui-ci attire l'armatu

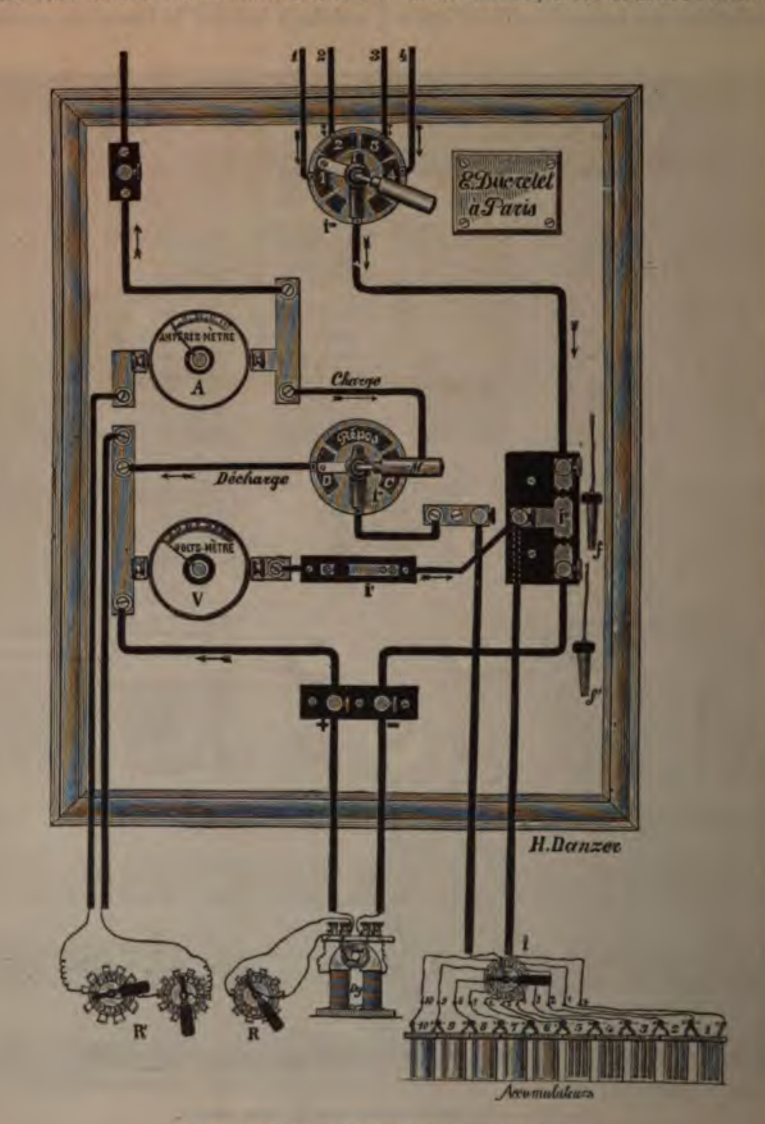


Fig. 892. — Tableau de distribution pour laboratoires.

cule autour de son axe et amène le numéro devant son guichet. Quand on a constaté de quel point provient l'appel, on appuie sur le bouton placé à la partie inférieure du tableau, de manière à mettre en contact deux pièces métalliques qu'on voit au bas de la figure 893; cette opération ferme le circuit dérivé qui comprend

tous les électros de droite sans la
par suite, toutes les armatures ét
vers la droite, celles qui s'étaient d
prennent leur position normale : l'
prêt pour un nouvel appel.

TABLEAU UNIVERSEL. — Tabl
teur imaginé par M. E. Michel, et

sant pas la pesanteur, peut fonctionner dans toutes les positions et servir dans tous les cas; de là son nom.

Chaque numéro est formé de deux bobines (fig. 895), entre lesquelles peut tourner un axe vertical, portant à sa partie supérieure un petit

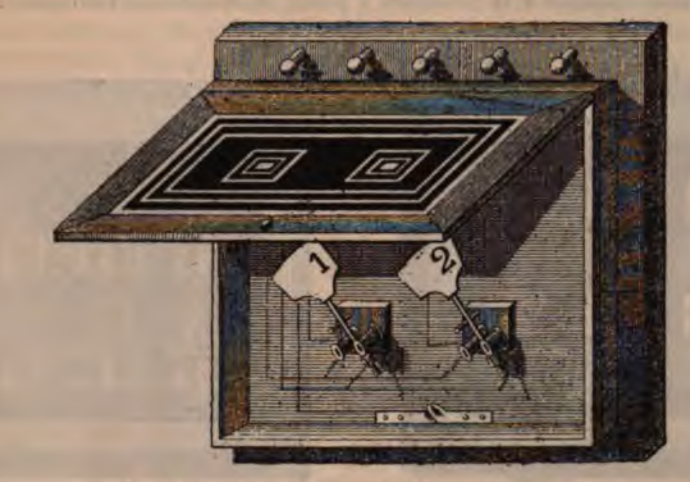


Fig. 893. — Tableau indicateur à deux numéros (Jarriant).

aimant horizontal et au-dessus une pince qui porte l'étiquette imprimée.

Les noyaux des deux bobines sont réunis par une culasse de fer doux comme dans un électro-aimant; mais les fils des bobines sont indépendants l'un de l'autre. L'une des bobines,

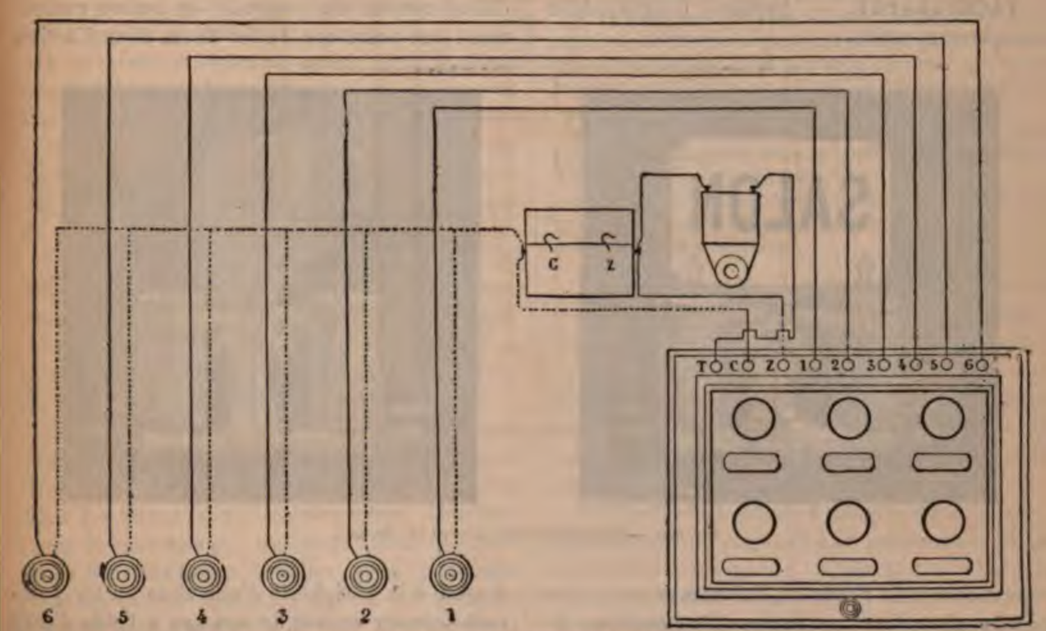


Fig. 894. — Installation d'un tableau indicateur à 6 numéros (Société des Téléphones).

celle de gauche par exemple, communique avec le bouton d'appel, l'autre avec le bouton de disparition. Au repos, l'étiquette montre sa face non imprimée (fig. 896). Lorsqu'on appelle, on lance le courant dans la bobine de gauche. Les noyaux prennent une polarité telle que l'aimant mobile est repoussé et fait presque un tour entier, jusqu'à ce qu'il vienne butter con-

tre l'une des bobines : l'étiquette montre la face imprimée. Pour effacer l'appel, on lance le courant dans la bobine de droite : les noyaux prennent une polarité opposée à la première et l'aimant tourne en sens contraire. On voit sur la figure 895 que le mécanisme est entièrement visible ; les étiquettes, fixées dans une pince, se remplacent facilement.





Fig. 895. — Tableau universel (E. Michel).

TABOURET ISOLANT. — Tabouret à pieds de verre sur lequel on place les personnes qu'on veut soumettre à la franklinisation.

TACHYGRAPHE. — Appareil télégraphique imprimeur rapide.

TACHYMÈTRE. — Appareil électrique imaginé par M. Horn pour mesurer la vitesse d'une machine. Dans le plan d'un fort aimant en fer à cheval tourne une capsule de cuivre renfermant une armature de fer doux. Sous l'action des courants de Foucault, l'armature se déplace d'un angle qui est, au moins entre certaines limites, proportionnel à la vitesse. L'appareil est gradué empiriquement.





Fig. 896. — Disposition d'un numéro (E. Michel).

TACHYSCOPE. — Sorte de phénakisticope imaginé par M. Anschuetz, et dans lequel les images sont éclairées par un tube de Geissler. Les dessins sont tracés sur des disques, qu'on dispose à la périphérie d'une roue en fer pouvant tourner autour de son axe à l'aide d'une manivelle, et montée de plus sur un chariot à roulettes. Cette roue porte encore une série de taquets placés un peu au-dessous et au milieu de chaque image. Quand on tourne la roue, un ressort frotte sur ces taquets, et ce système constitue l'interrupteur d'une bobine de Ruhm-

korff, dont le courant induit est lancé, à chaque contact, dans un tube de Geissler en spirale, placé derrière l'image, de façon à l'éclairer complètement. L'image est donc éclairée seulement au moment où elle passe devant les yeux des spectateurs, et la succession rapide de ces éclairages intermittents produit sur l'œil une impression plus vive qu'une lumière continue.

TANNAGE ÉLECTROLYTIQUE. — Malgré les efforts tentés pour réduire la durée du contact des peaux avec les matières tannantes, les opérations du tannage demandent encore aujourd'hui un minimum de six mois. Il y a longtemps qu'on a songé à faire intervenir l'électricité pour obtenir des résultats plus rapides. M. Crosse en 1850, M. Ward en 1860, puis M. Rehn firent des tentatives infructueuses.

En 1874, M. de Méritens imagina un dispositif, encore appliqué aujourd'hui dans une tannerie des environs de Saint-Pétersbourg, et qui permet, paraît-il, d'effectuer le tannage en trente-cinq jours. Dans le fond de la cuve, on place une plaque de charbon communiquant avec le pôle positif d'une dynamo, puis on empile des peaux recouvertes de tan, et à la partie supérieure on place une plaque de zinc formant le pôle négatif.

A la même époque, un autre procédé électrique fut imaginé par MM. Gaulard et Kresser. Puis, en 1887, deux Suédois appliquent les courants alternatifs aux peaux immergées dans une fosse contenant des jus tanniques et garnie de grandes électrodes en cuivre : la durée du tannage est réduite à quarante-cinq jours.

Un procédé plus récent donne encore de meilleurs résultats et permet d'obtenir un tannage complet en quelques jours, grâce à l'agitation des peaux dans le liquide tannique et à la circulation d'un courant électrique au sein de ce liquide.

Les opérations préliminaires ne sont pas modifiées. Elles comportent d'abord un lavage à l'eau pure pour enlever le sang et les saletés dont les peaux sont ordinairement souillées. C'est le *dessaignage*, qui dure deux ou trois jours pour les peaux fraîches, plus longtemps pour les peaux sèches ou salées. Le *pelanage* consiste dans l'action d'un lait de chaux qui diminue énormément l'adhérence de l'épiderme et des poils avec la peau, et permet de les enlever ensuite facilement à l'aide d'un rouleau d'ardoise (*débourrage*). On lave ensuite, puis on *écharne*, c'est-à-dire on enlève la chair et les impuretés qui adhèrent encore à la surface interne de la peau; vient ensuite le lavage proprement dit.

Dans le procédé électrique, les peaux sont placées dans une solution tannique, obtenue au moyen d'extraits d'écorce de chêne ou de châtaignier, dans un tambour cylindrique qui tourne autour d'un axe horizontal. Chaque tambour reçoit de 500 à 700 kilogrammes de peaux et 1 200 à 1 500 litres de liquide tannant, auquel on ajoute une petite quantité d'essence de térébenthine.

Le tambour est mis en rotation. En même temps on fait passer, dans un faisceau de huit fils de cuivre, disposés suivant les génératrices du cylindre et constamment baignés par le liquide tannique, le courant produit par une dynamo d'une intensité de 10 ampères et d'une force électromotrice de 100 volts.

Il résulte d'un rapport de M. Müntz que :

1° Dans les cuirs tannés par ce procédé, le tannin est bien combiné au cuir, de la même manière qu'il l'est avec le tannage ordinaire, et, par suite, on a bien affaire à du cuir réel jouissant de toutes ses propriétés ;

2° Malgré la courte durée du contact de la peau avec la matière tannante, presque tous les cuirs examinés sont tannés à fond, autant qu'ils le sont par les procédés de tannage ordinaires ;

3° Si quelques-uns des échantillons ont un tannage insuffisant, cela n'est attribuable qu'à ce que le temps du tannage a été par trop écourté ; quelques heures de séjour de plus dans les appareils eussent complété le tannage ;

4° Les peaux de diverse nature peuvent être tannées par ce procédé, avec la seule différence d'une durée plus ou moins longue ;

5° Le degré hygrométrique des cuirs tannés par ce nouveau procédé est sensiblement le même que dans les cuirs ordinaires.

En conséquence, il semble que ce procédé constitue un progrès considérable par la rapidité avec laquelle il transforme la peau en cuir. Ajoutons que cette méthode, utilisée dans une tannerie de Paris depuis quelques mois, fonctionne déjà également dans des tanneries de Londres et de Lisbonne et fonctionnera sous peu de jours à New-York.

Le capitaine de Place a imaginé un autre procédé électrique employé à la préparation et au gonflement des peaux. Après le travail de rivière, les peaux sont placées dans des cuves ovales à agitateurs, analogues à celles qui servent à donner de la couleur et du grain aux veaux. Le fond des cuves porte une série de conducteurs en forme de peignes. On y place 20 à 25 peaux de vaches, on remplit de jus à 20° centigrades et à 0°,6 Baumé, et l'on ferme par un couvercle. On fait ensuite mouvoir les agitateurs et l'on fait

passer le courant. Une intensité de 20 ampères suffit largement. Les peaux se colorent et se gonflent rapidement sous l'action de l'acide tannique mis en liberté par l'électrolyse. L'opération dure de deux à huit heures. On achève ensuite le tannage dans des cuves analogues, mais sans électrolyse, en renforçant sans cesse le juschaud par de l'extrait décoloré. L'opération totale dure quarante heures pour les veaux, soixante-cinq à soixante-dix heures pour les vaches, quatre-vingt-dix à cent heures pour les mâles.

TAPER. — Mot anglais désignant une clef de court circuit placée entre les bornes d'un galvanomètre pour éviter le passage de courants trop énergiques.

TASIMÈTRE. — Syn. de MICROTASIMÈTRE. (Voy. SUPPLÉMENT.)

TAXATION. — Action de taxer.

TAXE TÉLÉGRAPHIQUE. — Les télégrammes sont, en ce qui concerne l'application des tarifs, soumis à deux régimes différents : 1° le *régime intérieur*; 2° le *régime international*, celui-ci se subdivisant d'ailleurs en *régime européen* et en *régime extra-européen*.

C'est en général l'itinéraire ou la voie admise pour la transmission du télégramme qui décide du régime auquel ce télégramme doit être soumis.

Dans tous les régimes on admet une *taxe principale*, celle à laquelle sont soumis tous les télégrammes *simples*, et des *taxes accessoires*, dont, indépendamment de la taxe principale, sont frappés les télégrammes spéciaux.

Dans le service intérieur, qui comprend la France, la Corse et l'Algérie, ainsi que les bureaux en Tunisie et dans la principauté de Monaco, toutes les correspondances sont soumises au même régime.

Le *régime européen* comprend toute l'Europe, l'Algérie, la Tunisie, la Turquie d'Asie et Tripoli.

Le *régime extra-européen* comprend :

En Afrique : l'Égypte, Zanzibar, Mozambique, Saint-Laurenço-Marquès, les colonies anglaises de Natal et du Cap, et la colonie française du Sénégal, les îles de Madère et de Saint-Vincent ;

En Asie : l'Arabie (Aden, Djedda et la Mecque), la Perse et le golfe Persique, la Russie d'Asie, le Béloutchistan, l'Afghanistan, l'Indoustan, la Birmanie, la presqu'île de Malacca, Penang, Singapore, la Cochinchine française, la Chine, le Japon, Siam et l'île de Ceylan ;

En Océanie : l'Australie (provinces de l'Ouest et du Sud, Queensland, Nouvelles-Galles du Sud, Victoria), la Tasmanie, la Nouvelle-Zélande et les Indes néerlandaises :

En Amérique : l'île de Saint-Pierre et Miquelon, les États de l'Amérique britannique, les États-Unis, le Mexique, les Antilles, Panama, la Guyane anglaise, Salvador, Guatémala, Honduras, Nicaragua et Costa-Rica, le Brésil, l'Uruguay, la République Argentine, le Chili et le Pérou, la Colombie, l'Équateur, la Bolivie et le Vénézuéla.

Les correspondances échangées entre deux pays du régime européen par l'intermédiaire de lignes du régime extra-européen, ainsi que les correspondances échangées entre un pays du régime européen et un pays du régime extra-européen, suivent, sur tout leur parcours, les règles du régime extra-européen.

Ainsi, un télégramme expédié de France pour l'île de Chypre est taxé d'après les tarifs du régime européen, lorsqu'il emprunte les lignes d'Italie, de Grèce et de Turquie, et d'après les tarifs du régime extra-européen, s'il suit la voie de Malte et d'Alexandrie.

Dans tous les régimes, c'est le *mot* qui sert de base au tarif et qui est l'unité de taxe, qu'il s'agisse de télégrammes simples aussi bien que de télégrammes spéciaux.

Dans tous les régimes, la perception des taxes s'effectue au départ, c'est-à-dire au moment du dépôt du télégramme, sauf les exceptions prévues pour les télégrammes à faire suivre, pour les télégrammes sémaphoriques, pour l'excédent de taxe des réponses payées (service intérieur) dans le cas indiqué plus loin, et enfin pour les télégrammes avec exprès, si l'envoi de l'exprès a été demandé par le destinataire, et lorsqu'il s'agit d'une dépêche internationale avec exprès dont l'expéditeur n'a pas payé l'accusé de réception.

Toutefois, dans le cas même où le règlement autorise la perception à l'arrivée, si le destinataire refuse d'acquitter les taxes à percevoir, celles-ci doivent être recouvrées sur l'expéditeur, et elles font alors l'objet d'un complément de taxe.

Le *mot* étant la seule unité de taxe et le nombre de mots constituant avec le taux du tarif l'élément essentiel dans le calcul des taxes, il est d'une extrême importance que le compte des mots soit établi avec une rigoureuse exactitude.

Tout ce que l'expéditeur a écrit sur la minute de son télégramme, pour être transmis, doit entrer dans le calcul de la taxe et être compris à cette fin dans le nombre de mots, sauf les signes de ponctuation, traits d'union, apostrophes, guillemets, parenthèses, alinéas et indication de la voie. Le nom du bureau de départ, la date, l'heure et la minute du dépôt n'entrent dans le compte des mots que si l'expéditeur a inséré ces indications, en tout ou en partie, dans le texte de son télégramme.

Le compte des mots s'établit de la manière suivante :

(*a*) Dans le service intérieur :

Pour les dépêches en langage clair, toutes les expressions françaises ne sont comptées que pour un seul mot lorsqu'elles sont comprises au Dictionnaire de l'Académie, y formant le titre majuscule d'un article spécial.

A défaut du Dictionnaire de l'Académie, le compte des mots se fait d'après les dictionnaires en usage dans les bureaux. En cas de désaccord entre les documents consultés, ce sont toujours les indications contenues dans la dernière édition du Dictionnaire de l'Académie qui font foi.

En conséquence, doivent être comptées pour un seul mot :

1° Les expressions françaises même composées servant de titre à un article spécial au Dictionnaire de l'Académie ;

2° Les dénominations qui, s'appliquant à un seul et même objet, ont été établies par actes officiels pour désigner : les circonscriptions administratives (départements), les localités (villes, communes, hameaux, bourgs), les voies publiques (rues, avenues, boulevards, quais, cours, places, passages, ruelles, carrefours), et les numéros des habitations, toutes les fois que les termes employés pour les indiquer sont écrits dans le langage usité en France.

En cas de doute, pour les locutions françaises, et, en règle générale, pour les télégrammes rédigés en langue étrangère ou en langage convenu, le maximum de longueur d'un mot est fixé à quinze caractères selon l'alphabet Morse; l'excédent, toujours jusqu'à concurrence de quinze caractères, est compté pour un mot.

(*b*) Dans le service international :

1° *Européen*,

Le maximum de longueur d'un mot est fixé à quinze caractères selon l'alphabet Morse ; l'excédent, toujours jusqu'à concurrence de quinze caractères, est compté pour un mot.

2° *Extra-européen*,

Ce maximum est fixé à dix caractères.

Dans ces deux régimes, les expressions réunies par un trait d'union sont comptées pour le nombre de mots qui servent à les former.

Les mots séparés par une apostrophe sont comptés comme autant de mots isolés.

Dans le service intérieur et le service international européen, les réunions ou altérations de mots contraires à l'usage de la langue ne sont point admises. Toutefois, les noms propres de villes et de personnes, les noms de lieux, places, boulevards, etc., les prénoms, ainsi que les nombres écrits en toutes lettres, sont comptés, jusqu'à quinze lettres, pour le nombre de mots employés par l'expéditeur à les exprimer.

Tout caractère isolé, lettre ou chiffre, est compté pour un mot; il en est de même du souligné.

Les signes de ponctuation, traits d'union, apostrophes, guillemets, parenthèses, alinéas ne sont pas comptés.

Sur les lignes extra-européennes, la transmission de ces signes n'est pas obligatoire.

Le Ch, qui est représenté dans l'alphabet Morse par un signe spécial, ne compte que pour une lettre dans les correspondances en langage clair ou en langage convenu, mais il compte pour deux lettres dans les télégrammes chiffrés.

Les exemples suivants indiquent la manière de compter les mots dans les télégrammes en langage clair ou convenu et font ressortir les seules différences que comporte désormais le compte des mots dans le service intérieur ou dans le service international.

	CORRESPONDANCE		
	INTÉRIEURE.	INTERNATIONALE	
		européenne.	extra-européenne.
Responsabilité (14 caractères)	1 mot.	1 mot.	2 mots.
Kriegsgeschichten (15 caractères)	1 mot.	1 mot.	2 mots.
Inconstitutionnalité (20 caractères)	1 mot.	2 mots.	2 mots.
Staatswissenschaftlich (20 caractères)	2 mots.	2 mots.	2 mots.
A-t-il	3 mots.	3 mots.	3 mots.
Aujourd'hui	1 mot.	2 mots.	2 mots.
Aujourdhui (écrit sans apostrophe)	1 mot.	1 mot.	1 mot.
C'est-à-dire	4 mots.	4 mots.	4 mots.
Seine-et-Marne	1 mot.	3 mots.	3 mots.
Seineetmarne	1 mot.	1 mot.	2 mots.
Arc-lès-Gray	1 mot.	3 mots.	3 mots.
ArclèsGray	1 mot.	1 mot.	1 mot.
Des-Lavandières-Ste-Opportune (nom de rue)	1 mot.	4 mots.	5 mots.
Deslavandièressteopportune (n. de rue)	1 mot.	2 mots.	3 mots.
33 *ter* (numéro de rue)	1 mot.	2 mots.	2 mots.
Frankfurt am Main	3 mots.	3 mots.	3 mots.
Frankfurt a/M.	2 mots.	2 mots.	2 mots.
New South Wales	3 mots.	3 mots.	3 mots.
Newsouthwales (13 caractères)	1 mot.	1 mot.	2 mots.
Hyde Park	2 mots.	2 mots.	2 mots.
Deux cent trente-quatre	4 mots.	4 mots.	4 mots.
Deuxcenttrentequatre (20 caractères)	2 mots.	2 mots.	2 mots.
Two hundred and thirty four	5 mots.	5 mots.	5 mots.
Twohundredandthirtyfour (23 caractères)	2 mots.	2 mots.	3 mots.
De suite	2 mots.	2 mots.	2 mots.
Deux-cent-quatre-vingts	3 mots.	4 mots.	4 mots.
Compagnie P. L. M	4 mots.	4 mots.	4 mots.
Compagnie PLM	4 mots.	4 mots.	4 mots.
S. V. P. (signifiant s'il vous plait)	3 mots.	»	»

Dans le service intérieur et dans le service international, régime européen, les nombres écrits en chiffres sont comptés chacun pour autant de mots qu'ils contiennent de fois cinq chiffres, plus un mot pour l'excédent. La même règle est applicable au calcul des groupes de lettres.

Pour la correspondance extra-européenne, le nombre de mots auquel correspond un groupe de chiffres ou de lettres s'obtient en divisant les chiffres par trois et ajoutant, s'il y a lieu, un mot pour le reste.

Sont comptés pour un chiffre : les points et les virgules qui entrent dans la formation des nombres, ainsi que les barres de division.

Les lettres ajoutées aux chiffres pour désigner les nombres ordinaux sont comptées chacune pour un chiffre.

Dans les télégrammes qui contiennent un langage convenu ou un langage chiffré, les mots clairs sont comptés conformément aux règles indiquées ci-dessus pour le langage ordinaire. Les mots en langage convenu admis sont comptés d'après les mêmes règles. Enfin, les groupes de chiffres ou de lettres, ainsi que les mots, noms ou assemblages de lettres, non admis dans le langage clair ou convenu, sont comptés comme les nombres écrits en chiffres.

Les exemples ci-dessous déterminent plus particulièrement la manière de compter les chiffres. Ils s'appliquent également aux expressions du langage chiffré.

	CORRESPONDANCE	
	intérieure ou internationale européenne.	extra-européenne.
44 1/2 (5 chiffres et signes)	1 mot.	2 mots.
444 1/2 (6 —)	2 mots.	2 mots.
444,5 (5 —)	1 mot.	2 mots.
444,55 (6 —)	2 mots.	2 mots.
10 francs 50 centimes ou 10 fr. 50 c.	4 mots.	4 mots.
10 fr. 50	3 mots.	3 mots.
Fr. 10.50	2 mots.	3 mots.
11h,30	3 mots.	3 mots.
11,30	1 mot.	2 mots.
Le 17me	2 mots.	3 mots.
Le 1529me	3 mots.	3 mots.
44/2	1 mot.	2 mots.
44/	1 mot.	1 mot.
2 0.0	1 mot.	2 mots.
2 p. 0,0	3 mots.	3 mots.
Huit/10	2 mots.	2 mots.
5/douzièmes	2 mots.	3 mots.
320	1 mot.	1 mot.
3250	1 mot.	2 mots.
3256480917	2 mots.	4 mots.
Amb	1 mot.	1 mot.
Ambr	1 mot.	2 mots.
Ambrdfg	2 mots.	3 mots.

Pour les marques de commerce, les chiffres et les lettres doivent être comptés séparément; les barres de division ont la même valeur que les chiffres ou que les lettres, suivant qu'elles entrent dans la composition d'un groupe de chiffres ou d'un groupe de lettres; enfin les lettres séparées par des points sont considérées comme autant de caractères isolés et comptées chacune pour un mot, les points étant, dans ce cas, traités comme des signes de ponctuation et transmis gratuitement.

Les exemples suivants complètent les indications relatives au compte des mots dans les marques de commerce :

	CORRESPONDANCE	
	intérieure ou internationale européenne.	extra-européenne.
E.	1 mot.	1 mot.
E. M	2 mots.	2 mots.
Emvthf	2 mots.	2 mots.
tmrlz	1 mot.	2 mots.
CH23	2 mots.	2 mots.
ADVGMY	2 mots.	2 mots.
$\frac{AP}{M}$	1 mot.	2 mots.
$\frac{3}{M}$	2 mots.	2 mots.
C. H. F. 45	4 mots.	4 mots.

Dans le service intérieur, la taxe télégraphique est fixée :

1° Par la loi du 21 mars 1878, pour les correspondances circulant entre les divers bureaux de la France continentale et de la Corse ou entre les bureaux d'Algérie (ou de Tunisie) et, par assimilation, pour les correspondances échangées entre les bureaux français et les bureaux de la principauté de Monaco, ou entre ces derniers :

A 5 centimes par mot, quelle que soit la destination, sans que le prix de la dépêche puisse être moindre que 50 centimes ;

2° Par décret du 25 août 1879, approuvé par la loi de finances du 28 décembre 1880, article 5, pour les dépêches télégraphiques privées échangées entre l'Algérie (ou la Tunisie) et la France :

A 10 centimes par mot, parcours sous-marin compris, sans que le prix de la dépêche puisse être moindre que 1 franc;

3° Par décret du 22 mai 1880, approuvé par la loi de finances du 28 décembre 1880, article 5, pour les dépêches télégraphiques circulant par la voie des tubes pneumatiques, et rédigées sur des formules spéciales affranchies:

centimes pour les dépêches ouvertes, et ntimes pour les dépêches fermées;
' centimes pour les dépêches ouvertes ponse payée.
it de là que la taxe des télégrammes ; est, dans la correspondance intérieure, e comme suit :
ıtre les bureaux de la France continen- de la Corse, ou entre les bureaux d'Al- ›u de Tunisie) et, par assimilation, entre eaux français et les bureaux de la prin- de Monaco, ou entre ces derniers :

ı mot à dix mots.................. 0f,50
ɜlà de dix mots, et sans limites, par
:.................................. 0f,05

ıtre les bureaux de la France continen- de la Corse et, par assimilation, les bu- le la principauté de Monaco, d'une part, ›ureaux de l'Algérie (ou de la Tunisie) part :

ı à dix mots....................... 1f,00
ɜlà de dix mots, et sans limites, par
l.................................. 0f,10

des télégrammes échangés par l'inter- re des tubes pneumatiques, à l'intérienr s, sur des formules spéciales affranchies :

:he ouverte....................... 0f,30
:he fermée........................ 0f,50
:he ouverte avec réponse payée.... 0f,60

maritime des télégrammes sémaphori-) applicable au trajet entre le sémaphore avire en mer :

élégramme de vingt mots......... 1f,00
haque série indivisible de dix mots
dessus de vingt mots.............. 0f,50

; le service international, le tarif appli- ıux correspondances est fixé conformé- ıux tableaux dressés par la Conférence de :s, sauf les modifications du taux ou des l'application des tarifs arrêtés entre États sés.
ıxe est établie par mot sur tout le par-

; la correspondance européenne, à défaut ıgements particuliers entre États intéres- taxe s'établit sans condition de minimum ɜ nombre de mots; il est ajouté à la taxe .nt du nombre effectif des mots une taxe ı celle de cinq mots par télégramme.
. taxe est calculée d'après la voie la plus directe et la moins coûteuse entre le point de départ du télégramme et son point de destination, à moins que l'expéditeur n'ait indiqué une autre voie ou que la voie la plus directe, qui s'appelle voie normale, ne soit momentanément interrompue.

Dans ce dernier cas, le télégramme est taxé et dirigé par la moins coûteuse des autres voies portées au tableau général du tarif. (Ce tableau général des taxes est imprimé dans le volume des lois, décrets, conventions, etc., de janvier 1883.)

Si l'expéditeur indique spécialement la voie qu'il veut faire suivre à son télégramme, en mentionnant cette voie soit au bas, soit en marge de la minute du télégramme, la taxe applicable est alors calculée d'après cette voie et suivant les indications du tableau général des tarifs internationaux. Une taxe additionnelle égale au prix de cinq mots doit, lorsque le télégramme est taxé par une voie autre que la voie normale, être ajoutée au produit de la taxe du mot par le nombre de mots contenus dans la dépêche.

II. Le tableau ci-après indique les taxes à percevoir en France par les voies normales, pour la correspondance soumise au régime européen.

PAYS CORRESPONDANTS.	TAXE PAR MOT.	PAYS CORRESPONDANTS.	TAXE PAR MOT.
Allemagne..........	0f 20c	Luxembourg :	
Autriche...........	0 30	a. Relations frontières...........	0f 03c
Belgique :		b. Relations générales..........	0 12½
a. Correspondance frontière........	0 10	Malte (ile de)........	0 55
b. Correspondance générale........	0 15	Manche (iles de la)..	0 25
Bosnie-Herzégovine..	0 40	Monténégro.........	0 40
Bulgarie............	0 45	Norvège...........	0 45
Chypre (ile de)......	1 10	Pays-Bas...........	0 20
Danemark..........	0 35	Portugal...........	0 25
Espagne...........	0 20	Roumanie..........	0 35
Gibraltar..........	0 25	Russie :	
Grande-Bretagne.....	0 25	a. d'Europe......	0 60
Grèce :		b. du Caucase.....	0 85
1° Grèce continentale.		Serbie.............	0 40
2° Iles :	0 55	Suède.............	0 45
a. Corfou..........		Suisse :	
b. Céphalonie, Ithaque, Ste-Maure, Zante, Hydra, Spezzia, Andros, Tynos, Kythnos, Kea, Kythia (Cerigo), Skiathos et Syra..........	0 70	a. Relations frontières..........	0 10
Héligoland (ile de)...	0 50	b. Relations générales..........	0 15
Herzégovine (et Bosnie).............	0 40	Tripoli............	1 35
Hongrie............	0 35	Turquie :	
Italie.............	0 20	a. d'Europe.......	0 60
		b. d'Asie (ports de mer)...........	0 85
		c. d'Asie (intérieure). 1re rég.	0 95
		2e rég.	1 05
		d. Ile de Chio.....	0 70
		e. Iles de Mételin, Samos et Rhodes.	1 00
		f. Ile de Candie...	1 10

:tte taxe s'ajoute à la taxe du télégramme. i du 8 mai 1869, p. 23; instruction, n° 160, ıphe 310.

Le *Tableau général des taxes*, qui est à consulter, le cas échéant, contient, pour chaque pays, la taxe par mot par la voie normale ou par les autres voies les plus fréquemment employées, plus la taxe additionnelle et diverses autres indications nécessaires pour l'application régulière des tarifs.

III. Dans le régime extra-européen, le tarif est également établi par mot; il ne comporte pas de taxe additionnelle.

Le tarif général comprend, avec indication des voies normales et de toutes les autres voies par lesquelles les télégrammes peuvent être dirigés sur leurs destinations respectives :

1° Un tableau général, par ordre alphabétique;

2° Six tableaux annexes correspondant à de grandes divisions territoriales desservies par les mêmes voies.

A la suite de chacun de ces tableaux sont rappelées les règles particulières à appliquer aux télégrammes empruntant la voie des lignes sous-marines et généralement toutes les indications nécessaires pour taxer et diriger les dépêches.

Le montant de la taxe appliquée en vertu des règles qui viennent d'être exposées constitue ce qu'on peut qualifier le *principal de la taxe*. A ce principal s'ajoutent nécessairement des taxes complémentaires, dites *taxes accessoires*, toutes les fois que l'expéditeur inscrit sur sa minute certaines *indications éventuelles* spéciales auxquelles les correspondances de cette catégorie doivent leur nom de *télégrammes spéciaux*. Ceux-ci, au point de vue de leur rédaction, comme aussi de leur taxation, sont soumis à des règles complémentaires spéciales qui sont formulées ci-après :

Télégrammes officiels. — Les télégrammes officiels sont transmis en franchise, ainsi que les télégrammes de service.

Télégrammes de presse. — Les télégrammes de presse bénéficient d'une réduction de 50 p. 100, mais aux conditions suivantes:

La taxe de tout télégramme de presse contenant un nombre de mots impair doit être arrondie de manière à produire un total correspondant à un multiple de 5. Ainsi, une dépêche de presse de 21 mots, par exemple, dont la taxe normale (1,05) réduite de 50 p. 100 s'élèverait strictement au chiffre de 0 fr. 525, doit être taxée de 0 fr. 55.

Le minimum de la taxe à percevoir ne peut jamais être inférieur à 0 fr. 50, minimum fixé par la loi du 21 mars 1878.

On ne doit admettre comme *télégramme de presse*, ni faire bénéficier de la réduction de 50 p. 100, aucun télégramme, ni aucune partie de télégramme contenant des *informations qui ne seraient pas destinées à la publicité*. Si le télégramme tout entier, bien que présenté comme *dépêche de presse*, est en réalité une correspondance non destinée à la publicité, il doit être traité comme télégramme ordinaire et taxé à plein tarif. Si un *télégramme de presse* renferme un ou plusieurs passages d'*informations non destinées à la publicité*, les mots formant ces passages doivent être taxés à plein tarif, sans que le montant de la taxe applicable à ces passages puisse en aucun cas être inférieur au minimum légal de 0 fr. 50.

Pour pouvoir être accepté comme *télégramme de presse*, un télégramme doit nécessairement porter en signature le nom du correspondant inscrit sur la carte de l'expéditeur et être adressé à l'*agence* ou au *journal* désigné dans cette carte (Circulaire n° 63, du 13 octobre 1887).

Télégrammes-mandats. — Les taxes à percevoir sur les télégrammes-mandats se composent:

1° D'un droit fixe de 1 p. 100 sur le montant du mandat, comme pour les autres mandats d'articles d'argent français.

Il est loisible à l'envoyeur d'acquitter le droit de 1 p. 100 en sus de la somme à transmettre, ou de la faire prélever sur la somme déposée;

2° De la taxe télégraphique ordinaire;

3° D'un droit de 50 centimes pour l'avis à remettre au destinataire des fonds;

4° Des frais accessoires de la taxe télégraphique afférents aux indications éventuelles qui intéressent soit la remise à domicile, soit les opérations accessoires autorisées (TC), (CR), (CR postal), (TR), Télégramme personnel.

Télégrammes sémaphoriques. — La taxe des télégrammes à échanger avec les navires en mer par l'intermédiaire des sémaphores est fixée pour la *transmission sémaphorique :*

1° Pour le service intérieur, par le décret du 3 mai 1888, à 5 centimes (0f,05) par mot, avec minimum de perception de 50 centimes (0f,50).

Par suite, la taxe des télégrammes sémaphoriques originaires ou à destination d'un bureau télégraphique de la France continentale et de la Corse, et échangés avec les navires en mer par l'intermédiaire d'un sémaphore français, devra être calculée à raison de 10 centimes (0f,10) par mot (soit 5 centimes pour la taxe télégraphique ordinaire, et 5 centimes pour la taxe maritime), sans que le prix du télégramme puisse être inférieur à 1 franc (1 fr.).

pour le service international, par le
nt de Londres, article 58, § 6, ainsi

axe des télégrammes à échanger avec
es en mer, par l'intermédiaire des sé-
s, est fixée à 2 francs par télégramme. »
xes à percevoir pour le parcours mari-
télégrammes sémaphoriques sont donc

France { pour l'intérieur.... 1 fr.
pour l'étranger.... 2 —
l'étranger pour la France.... 2 —

xes s'ajoutent au prix du parcours élec-
t aux frais accessoires de remise à do-
s'il y a lieu, calculés d'après les règles
s. La totalité est perçue sur l'expédi-
r les télégrammes adressés aux navires
et sur le destinataire pour les télé-
s provenant des bâtiments.
le service intérieur, les télégrammes
oriques émanant d'un bâtiment en mer
être expédiés par la poste, aux condi-
s télégrammes ordinaires.
ce cas, le montant de la taxe à perce-
le destinataire est recouvré par les
bureau de poste d'arrivée.
le cas de perception sur le destinataire,
bule doit contenir l'indication : « taxe
voir..... francs..... centimes ». Si cette
peut pas être perçue, le bureau d'arri-
nale ce non-recouvrement par corres-
e spéciale adressée à l'administration
.
légrammes sémaphoriques rédigés en
secret sont, bien entendu, soumis aux
ons générales admises pour les télé-
s de même nature.
fois la taxe du collationnement et de
de réception, obligatoire pour les télé-
s secrets dans le service intérieur, n'est
que pour le parcours terrestre.
et, la taxe fixe de la transmission entre
phore et le navire en mer s'applique de
oit à un langage chiffré, attendu que le
de de correspondance possible entre
points consiste en signaux du code
cial ou pavillons du télégraphe marin.
ammes collationnés. — La taxe d'un té-
collationné, c'est-à-dire répété intégra-
de bureau à bureau, est égale dans le
ntérieur à la moitié, et dans le régime
ional au quart de celle d'un télégramme
e de même longueur pour le même
. Cette taxe ne concerne que le colla-
ent et s'ajoute à la taxe du télégramme
lui-même, calculée d'après les règles ci-dessus.

Télégrammes avec accusé de réception. — La taxe de l'accusé de réception est égale à celle d'un télégramme simple de dix mots par la même voie.

Télégrammes recommandés. — La taxe du télégramme recommandé est celle du télégramme collationné, avec accusé de réception.

Cette taxe est formée des éléments suivants : taxe principale ordinaire; en outre, la moitié de la taxe principale due pour droit de collationnement; enfin, un droit fixe égal à la taxe d'un télégramme ordinaire de dix mots transmis par la même voie.

Télégrammes à faire suivre. — La taxe à percevoir au départ pour les télégrammes à faire suivre est simplement la taxe afférente au premier parcours, l'adresse complète entrant dans le nombre des mots. La taxe complémentaire est perçue sur le destinataire, par le bureau d'arrivée qui effectue la remise du télégramme.

A partir du premier bureau indiqué dans l'adresse, les taxes à percevoir sur le destinataire pour les parcours ultérieurs doivent, à chaque réexpédition, être indiquées d'office dans le préambule.

Ces taxes sont calculées d'après le tarif de la voie normale, à moins d'indications contraires données par l'expéditeur au moment du dépôt du télégramme.

Télégrammes avec réponse payée. — Pour les télégrammes avec réponse payée, le droit d'affranchissement de la réponse est illimité dans le service intérieur; dans le service international, il ne peut dépasser la taxe d'un télégramme ordinaire de trente mots pour le même parcours.

Si l'expéditeur n'a pas indiqué le nombre de mots payés pour la réponse, on considère celle-ci comme devant être limitée à dix mots et la taxe est perçue en conséquence. La taxe de la réponse est établie au même taux que celle de la dépêche. Le prix de la réponse est donc au minimum :

1° De 50 centimes, lorsqu'il s'agit d'une dépêche échangée entre les divers bureaux de la France continentale et de la Corse, et, par assimilation, de la principauté de Monaco, ou entre les bureaux d'Algérie (ou de Tunisie);

2° De 1 franc, lorsqu'il s'agit d'une dépêche échangée entre l'Algérie (ou la Tunisie) et la France.

La seule exception à cette règle est relative aux télégrammes ouverts circulant par la voie des tubes pneumatiques dans Paris. La dépêche

ouverte étant taxée à raison de 30 centimes, la réponse peut être également payée pour le même prix.

Lorsque le télégramme portant l'indication (RP) est déposé dans un bureau-gare, où doit être adressé le télégramme affranchi, la taxe à percevoir doit comprendre, outre le montant de la réponse, les frais fixes d'exprès, à moins qu'il ne soit spécifié que la réponse sera adressée « télégraphe restant ».

Exemple : Un télégramme de 23 mots, avec (RP) simple, de Baillargues pour Montpellier sera taxé comme suit :

Taxe principale	....	1f,15
(RP)	dix mots..................	0 50
	un kilomètre.............	0 50
	Total................	2 15

Pour les *télégrammes internationaux*, si la dépêche à laquelle se rapporte la réponse payée a été taxée par la voie normale, la réponse est également taxée par la voie normale et pour le même parcours. Si, au contraire, l'expéditeur a désigné pour la dépêche une voie autre que la voie normale, et si le tarif appliqué à cette dépêche comporte une taxe additionnelle, cette même taxe additionnelle est perçue pour la réponse.

Le nombre minimum de mots pour lequel on peut percevoir le prix de cette réponse n'est pas déterminé par le règlement de Londres. Toutefois, le télégramme, quelque réduit qu'il soit, devant avoir nécessairement trois mots au moins, on ne percevra pas de réponse de moins de trois mots.

Quant à la limite supérieure du nombre de mots, elle est fixée à trente. Mais cette limite peut être dépassée lorsqu'un expéditeur ou un destinataire demande, par dépêche à un bureau télégraphique, la répétition intégrale d'un télégramme précédemment transmis.

Dans ce cas, la réponse doit être payée pour le nombre exact de mots contenus dans la dépêche dont la répétition est demandée.

En l'absence de toute indication du nombre de mots, la réponse est perçue pour dix mots.

La taxe d'un télégramme à destination d'*un pays étranger*, avec réponse payée, devra être établie, dans tous les cas, suivant le nombre des mots du télégramme, par la voie indiquée, et celle de la réponse, d'après le nombre des mots payés par la même voie, quelle que soit d'ailleurs la ville où l'expéditeur demande que la réponse soit adressée. Ainsi, un télégramme de quinze mots de Paris pour Bruxelles, avec réponse payée de trente mots pour Vervie[rs de]vra être taxé comme suit :

15 mots de Paris à Bruxelles (voie normale)..............................
30 mots de la réponse de Bruxelles à Verviers (comme si la réponse devait être transmise à Paris)....................

Taxe totale à percevoir............

Il est à remarquer que, dans le cas où [le té]légramme serait expédié d'un bureau f[rançais] à un bureau également français, avec r[éponse] payée pour une ville étrangère, par exem[ple de] Paris à Lyon, quinze mots, avec réponse de vingt mots pour Genève, la taxe devr[a être] établie comme suit :

15 mots de Paris à Lyon (taxe intérieure).
20 mots de Lyon à Genève (taxe internationale)...........................

Taxe totale à percevoir.........

Si le télégramme international portai[t ...] est urgent et que la réponse demandé[e doive] être transmise par urgence, le maxim[um de] longueur de cette réponse doit être [fixé] pour dix mots, dont la taxe simple est mul[tipliée] par 3.

Le *Bon* que le bureau d'arrivée est t[enu de] remettre au destinataire du télégramm[e por]tant l'indication (RP) confère au titulair[e la fa]culté d'expédier gratuitement, et dans les [limites] de taxe indiquées sur le bon, un télégra[mme pour] une destination quelconque, en Franc[e ou à] l'étranger.

Ce bon n'est valable que : 1° *penda[nt ...] jours*, dans le *service intérieur;* 2° *pendant [... se]maines* dans le *service international*, à pa[rtir du] jour où il a été établi. Passé ce délai, il e[st con]sidéré comme nul et non avenu, et la ta[xe per]çue reste acquise à l'Administration.

Le bon ne peut servir qu'à l'affranchi[ssement] d'un seul télégramme. Il ne pourrait être [utilisé] pour plusieurs dépêches, même dans le [cas où] le total des taxes de ces télégrammes n'[attein]drait pas la somme versée au départ pour [affran]chir la réponse. *Plusieurs bons ne peuvent [ser]vir non plus à l'affranchissement d'un télég[ramme] unique.*

Les bons délivrés ne peuvent être utili[sés que] par la personne au profit de laquelle il[s ont été] émis, ou par son délégué. En cas de dou[te à ce] sujet, le bureau peut exiger que la pe[rsonne] qui les donne en payement justifie [de son] identité.

Ils ne sont pas acceptés s'ils ne port[ent ...]

les indications nécessaires, s'ils ne sont ›pés du timbre à date du bureau d'émis- s'ils ne sont pas signés par l'agent de qui les a établis. Il en est de même s'ils ɜnt altérés ou faux.

ces différents cas, la personne qui les e est invitée par le receveur à justifier identité. Il est pris note de son nom et emeure et le bon est retenu. Le télé- ɜ présenté est alors payé en numéraire, . donné un récépissé gratuit et l'expédi- avisé que, si la vérification du bon dé- qu'il est valable, le montant lui en sera rsé. Le bon est immédiatement trans- ıs pli recommandé, au receveur du bu- ›rigine, avec demande de le rapprocher ɔuche d'émission et de faire connaître véritable. En cas d'affimative, celui-ci le bon, également sous pli recommandé, au qui le lui a transmis. En cas de né- e receveur du bureau d'émission adresse, ıtermédiaire du directeur, le bon à istration, en y joignant un rapport cir- cié.

ɔns ainsi délivrés sont acceptés dans tous ıux de France pour l'affranchissement, par ire, d'un télégramme adressé à une per- à une destination quelconques, en France tranger.

la taxe à acquitter pour le télégramme se » est égale à la valeur du bon, l'opé- ɜst simple;

le bon est présenté pour l'acquittement ıxe inférieure à sa valeur, l'expéditeur e prévenu qu'il n'a aucun droit au rem- nent de la différence. Cette observation bon est accepté pour l'affranchissement ıxe du télégramme déposé, si l'expédi- ·siste à le donner en payement.

la taxe exigible est supérieure, le bon re pris comme acompte de la somme à ir, à la condition que la taxe complé- e soit immédiatement payée en numé-

ɜt fait d'exception à cette règle que dans ɜe intérieur, sur la demande expresse de teur, lorsque la réponse payée est à pro- t parler une *Réponse*, c'est-à-dire *lors- ɜt adressée à l'expéditeur même du télé- primitif*. Dans ce cas, l'excédent peut rçu soit au départ, soit à l'arrivée, au e la personne qui répond; mais cette ɜ doit, lorsqu'elle ne paye pas l'excédent ırt, inscrire de sa main, sur la mi- ı télégramme et immédiatement avant l'adresse, l'indication « *complement à percevoir X mots.* »

Cette indication est comprise dans le nombre des mots taxés.

Le bon est frappé du timbre du bureau à la date du jour où il est remis en payement, à la place laissée libre à cet effet à la droite de la signature de l'agent qui l'a établi; la date est mise à la main dans le timbre du bureau s'il ne porte pas cette indication.

Lorsqu'un expéditeur qui affranchit un télégramme par bon envoie ce télégramme à l'expéditeur même de la dépêche portant « réponse payée », s'il ne connaît pas l'adresse de son correspondant, il doit être prévenu que, pour assurer la remise certaine de sa correspondance, il peut comprendre dans le libellé de l'adresse soumise à la taxe une mention qui lui est indiquée ou bien écrire avant l'adresse les mots : « réponse au n°..... du..... » qui sont obligatoirement compris dans le compte des mots taxés.

Télégrammes multiples. — Les télégrammes adressés dans une même localité à plusieurs destinataires ou à un même destinataire à plusieurs domiciles, avec ou sans réexpédition par la poste ou par exprès, sont taxés comme un seul télégramme; mais il est perçu, à titre de droit de copie, autant de fois 50 centimes, par télégramme ne dépassant pas cent mots, qu'il y a de destinations, moins une. Au delà de cent mots, ce droit est augmenté de 50 centimes par série ou fraction de série de cent mots. Dans ce compte figure la totalité des mots à taxer, y compris les adresses.

Si un télégramme multiple doit être expédié par poste ou par exprès, ou bien s'il comporte l'une ou l'autre des indications suivantes : (RP) (T C) (C R) (T R) (avec reçu), on inscrit dans le préambule le nombre des adresses; mais l'expéditeur est tenu de répéter avant chaque adresse, pour être comprises dans le nombre des mots taxés, toutes les indications éventuelles; il doit, en outre, formuler les diverses adresses de telle sorte que les expéditions à faire à l'arrivée ne prêtent à aucune ambiguïté. Les taxes accessoires ou complémentaires sont perçues autant de fois qu'il y a d'adresses différentes, à moins que l'expéditeur n'ait formulé clairement sa volonté contraire dans le télégramme même.

Si l'adresse est libellée comme suit, par exemple : « Mercadier hôtel Europe ou hôtel Empereurs Toulouse », on perçoit, en sus de la taxe principale, une fois le droit de copie, soit 50 centimes.

Si l'adresse du télégramme multiple, ne précisant pas le nombre des hôtels, est conçue de la manière suivante : « Gaillard voyageur voir dans principaux hôtels Castres », on doit insérer dans le préambule la mention de service : « *plusieurs adresses avec arrhes* » et l'on perçoit à titre d'arrhes, en sus de la taxe principale, une somme d'au moins 5 francs correspondant à 10 copies supplémentaires. On liquide ultérieurement cette perception d'arrhes soit par remboursement, soit par un complément de taxe, *sur le vu de la feuille M que le bureau d'arrivée est tenu de dresser d'office et d'envoyer à bref délai au bureau d'origine.*

Télégrammes par exprès. — La taxe d'exprès se calcule de la manière suivante :

Dans le service intérieur : Si la distance est connue, il est perçu une somme fixe de 50 centimes par kilomètre ou fraction de kilomètre.

La taxe d'exprès est calculée d'après la distance réelle, et cette distance se compte, pour les habitations agglomérées, du bureau d'arrivée au centre de l'agglomération, et, pour les habitations isolées, du bureau d'arrivée au lieu même de destination.

Le montant de la somme à percevoir à titre *d'arrhes* ne peut être déterminé; il appartient au bureau expéditeur d'apprécier, selon les circonstances, quelle doit être l'importance de ce dépôt.

La perception des frais fixes d'exprès correspondant à la distance kilométrique indiquée à la suite du nom d'un bureau-gare est obligatoire, si le télégramme adressé à cette gare doit être mis à la poste, et si les indications de l'adresse ne prescrivent pas de remettre ce télégramme au courrier-convoyeur ou de le jeter dans la boîte mobile, ce que ferait connaître la formule (*poste en gare*).

Dans le service international, les indications suivantes serviront à fixer le montant des arrhes à percevoir et à donner aux expéditeurs les explications qu'ils demanderaient sur le mode de remise par exprès ou par estafette, dans les divers pays.

En Allemagne, on emploie soit un messager spécial, soit une estafette contre remboursement des frais effectifs. Le messager spécial (exprès) est payé à raison de 15 pfennigs, environ 18 centimes, par kilomètre, avec minimum de perception de 75 pfennigs (90 centimes). L'estafette est payée à raison de 5 francs jusqu'à 5 kilomètres, avec augmentation de 2 fr. 50 par 5 kilomètres, ou fraction de 5 kilomètres en sus des premiers.

En Autriche, les taxes d'exprès sont d
60 centimes par kilomètre, dans un ray
à 40 kilomètres ; au delà de ce rayon,
employer aussi l'estafette contre le pa
des frais effectifs, qui sont d'environ 2 fr
myriamètre et par cheval.

En Belgique, l'exprès à pied coûte gé
ment 1 franc pour les cinq premiers kilo
avec addition de 20 centimes pour chaq
mètre en plus. Pour les transports à
nuit ou qui sont particulièrement dif
effectuer, ces prix peuvent être augme
50 p. 100.

Sur la demande de l'expéditeur, ou p
distances de plus de 15 kilomètres,
employer un messager à cheval ou en
Le prix du transport est alors réglé d'a
distance, l'heure du jour ou de la nuit, l'
chemins, etc.

L'Office danois emploie l'exprès ou l'e
Le prix de l'exprès est d'environ 50 c
par quart de mille (environ 1800 mètres

D'après les dispositions admises par
Office anglais, l'exprès à pied coûte 60 c
par mille (1600 mètres) et l'exprès à
1 fr. 25 cent.

En Hongrie, les taxes d'exprès et d'e
postale sont calculées sur les mêmes bas
Autriche.

En Italie, on emploie l'exprès, qui coû
ron 20 centimes par kilomètre. L'Admini
italienne admet également un service d'e
pour tous télégrammes, mais sans le g
et elle recourt à l'exprès toutes les foi
ne trouve pas d'estafette.

Dans le Luxembourg, l'exprès est tax
son de 1 franc pour les 5 premiers kil
et de 50 centimes par 2 kilomètres
en sus.

En Norvège, on peut employer l'exp
qu'à une distance de 17 kilomètres, moy
une taxe de 42 centimes par kilomètre.

L'Office néerlandais emploie l'exprès
tafette contre recouvrement des frais
du transport, qu'il faut calculer sur la b
50 centimes par kilomètre pour l'un et
de ces modes d'envoi.

L'Administration portugaise a un
d'exprès dont le prix est fixé chaque ann
vant la moyenne des dépenses du même
pendant l'exercice précédent.

La Russie n'emploie que des estafette
le prix est calculé sur la base de 32 ce
environ par kilomètre, avec taxe fi
nelle de 28 centimes par télégram

ərbie, on emploie des messagers spéciaux estafettes, contre remboursement des fectifs du transport.
uède, on emploie l'exprès ou l'estafette. frais de transport sont fixés ainsi qu'il ar exprès (messager à pied) : 28 centimes lomètre; par estafette (messager à che- 6 centimes par kilomètre. L'exprès à pied mployé que dans les limites d'une dis- maxima de 15 kilomètres. Au delà de imite, il n'est fait usage que du messager al.
uisse, la distribution est gratuite dans un d'un kilomètre du bureau. Au delà d'un tre, la taxe de l'exprès est de 25 centimes hacun des deux premiers kilomètres, et entimes pour chaque kilomètre en sus, ı 10 kilomètres; au delà de 10 kilomè- envoi peut avoir lieu par estafette, contre ursement des frais effectifs du transport.
ulgarie, l'Espagne, la Grèce, le Monténé- Roumanie et la Turquie n'ont organisé service d'exprès ou d'estafette.
; le régime extra-européen, l'Adminis- française, en Cochinchine, assure la re- les télégrammes par exprès dans les du territoire de la colonie, à raison de times par kilomètre, lorsque le trajet a r terre, et de 1 franc par kilomètre, lors- lieu par eau. Mais on ne peut bénéficier e disposition qu'autant que les distances ›urir ne dépassent pas 15 kilomètres.
.ussie d'Asie est desservie par estafette ›s mêmes conditions que la Russie d'Eu-

télégrammes pour la Chine peuvent être és de Kiatchta (Russie d'Asie, 1re région), r poste, les 5, 12, 19 et 26 de chaque mois, ır estafette. Les frais de poste à perce- ır l'expéditeur sont de 40 centimes par ımme pour Ourga et Kalgand et de 1 fr. 20 ékin et Tien-Tsin.
frais d'estafette à percevoir sur l'expédi- 'un télégramme à destination de Pékin Tien-Tsin sont de 392 francs pour un che- de 588 francs pour deux chevaux.
ompagnie « Méditerranean extension », ›ssert l'île de Malte par le câble de Mo- mploie des messagers à pied ou des mes- rapides. Les exprès à pied coûtent times jusqu'à 2400 mètres; 1 fr. 25 jus- kilomètres; 2 fr. 50 jusqu'à 7800 mè- francs jusqu'à 13600 mètres. Le prix des rapides est le double de celui des mes- à pied.

Pour l'Amérique, les trois compagnies se chargent du transport par exprès à raison de 15 fr. 65 pour chaque parcours de 8 kilomètres, ou fraction de ce parcours, mais cette taxe doit être recouvrée sur le destinataire.

Dans les Indes néerlandaises, il existe un service d'exprès et d'estafettes pour le transport des télégrammes à destination des localités non desservies par le télégraphe. Les prix de ce transport sont perçus d'après un tableau de taxes d'exprès calculées pour les localités avoisinant chacun des bureaux.

L'Office Australien (du Sud) fait remettre les télégrammes gratuitement dans un rayon d'un demi-mille. Au delà de ce rayon la remise peut être faite par une estafette (messager à cheval), à raison de 2 fr. 50 par mille (1600 mètres), tant à l'aller qu'au retour.

Enfin, l'Office indo-européen du Gouvernement britannique transporte, à partir de Jask (Béloutchistan) :

1° Les télégrammes à destination de Bassidore, Bunder-Abbas ou Lingah, moyennant une taxe fixe d'exprès de 40 francs pour Bunder-Abbas et de 60 francs pour Lingah et Bassidore;

2° Les télégrammes à destination de Mascate, moyennant une taxe fixe d'exprès de 90 francs.

L'adresse de ces télégrammes devra porter la mention : « Exprès payé Iask. »

Aucun service d'exprès n'a été organisé par les Offices des Indes britanniques, des colonies anglaises du Cap et de Natal, et par l'Administration japonaise.

La liquidation des arrhes s'opère, dans le service international, à l'aide des renseignements fournis par l'accusé de réception; dans le service intérieur, à l'aide des renseignements que le bureau destinataire transmet au bureau d'origine.

Lorsque l'expéditeur désire que la liquidation soit effectuée dans un plus bref délai, il peut obtenir, en payant une réponse de dix mots, que les renseignements sur la distance parcourue par exprès soient transmis par le télégraphe. Il inscrit, à cette fin, avant l'adresse, l'indication réglementaire « *exprès arrhes télégraphe* », laquelle *signifie que le bureau d'origine a perçu des arrhes et que le bureau destinataire doit transmettre télégraphiquement la distance de l'exprès par un avis de service de retour.*

Le receveur taxe le télégramme comme à l'ordinaire; il perçoit en sus une somme fixe de 50 centimes pour affranchissement *de l'avis de service de retour.*

Dès la réception de l'*avis de service de retour* qui lui fait connaître la distance parcourue, il en avise par écrit l'expéditeur et procède à la liquidation dans les formes habituelles.

L'avis télégraphique de retour doit toujours être annexé à l'original du télégramme qu'il concerne.

Télégrammes par poste. — Lorsque l'expéditeur a inséré avant l'adresse une indication éventuelle en vertu de laquelle son télégramme doit être acheminé sur le lieu de destination par voie postale, à partir du bureau d'arrivée (1), il n'y a pas de taxe postale à percevoir au départ, hormis les cas suivants :

« (*a*) Lorsque le télégramme doit être envoyé à destination non par lettre ordinaire, mais par lettre recommandée : l'expéditeur doit, en ce cas, écrire avant l'adresse l'indication (*Poste recommandée*) ou (PR) et payer la taxe de la recommandation postale.

« (*b*) Lorsqu'un télégramme intérieur est adressé à un bureau télégraphique français, *pour être expédié de là par poste dans une localité ou un pays étranger quelconque*, la recommandation postale est obligatoire, l'adresse doit être précédée de l'indication réglementaire (*Poste recommandée*) ou (PR), et les frais de recommandation sont perçus d'après le tarif postal en vigueur.

« (*c*) Lorsqu'un télégramme *international* est adressé par un bureau français à un bureau télégraphique étranger pour être, par les soins de ce dernier, mis à la poste et envoyé au delà des mers, l'indication éventuelle (*Poste*) doit être inscrite avant l'adresse et la taxe postale être perçue conformément aux indications du tarif télégraphique (pages 18 et 32).

« Il est interdit d'accepter un télégramme portant, avant l'adresse, l'indication (*Poste*) ou *Poste recommandée* (PR) ou (*Poste restante*), si le bureau télégraphique destinataire est un sémaphore, un bureau écluse ou barrage. Il est de même interdit d'accepter un télégramme avec l'indication (*Poste recommandée*) ou (*Poste restante*), si le bureau télégraphique est une gare *D*, ou *V*, ou *VD*. Dans ce dernier cas, la seule indication autorisée est celle de *Poste* ou bien *Poste en gare*, laquelle oblige le bureau gare d'arrivée à jeter le télégramme, préalablement affranchi, à la boîte mobile de la gare. Si, au contraire, le bureau gare d'arrivée est ouv au service télégraphique sans restrictio comme le télégramme à mettre à la poste d être remis au bureau de poste de la locali *les frais fixes d'exprès doivent toujours être p çus*, à moins que l'expéditeur n'inscrive av l'adresse l'indication réglementaire (*Poste gare*).

« (*d*) Les télégrammes internationaux (doivent traverser la mer, par voie postale, s soumis à une taxe variable, à percevoir pa bureau d'origine. Le montant de cette taxe fixé par l'Administration qui se charge l'expédition et notifié à toutes les autres ad nistrations. »

Les taxes à percevoir, pour transport par poste des télégrammes destinés à traverser mer, sont les suivantes :

En France, on perçoit pour toutes les destinatic une taxe de 1 franc.

Pour les autres offices européens, on perçoi partir de :

Allemagne.	Pour toutes les destinations appartenant à l'Union postale.	0
	Pour les autres destinations...	1
Autriche...	A partir de Trieste (seul bureau autrichien d'où se fassent les expéditions dont il s'agit), pour toutes les destinations.	1
Hongrie...	A partir de Fiume et des autres bureaux du littoral hongrois :	
	(*a*) Pour les côtes et les îles de la Méditerranée, pour la Turquie et l'Égypte, avec la Nubie et le Soudan..........	0
	(*b*) Pour les côtes occidentales et orientales de l'Afrique, sauf Port-Natal, voie Brindisi; l'Asie, sauf les pays indiqués sous *d*; et pour les colonies françaises, néerlandaises et espagnoles de l'Océanie..................	0
	(*c*) Pour Port-Natal, voie Brindisi.......................	1
	(*d*) Pour Annam, la Birmanie indépendante, Siam et l'île de Bornéo................	1
	(*e*) Pour l'Austalie, la Tasmanie et la Nouvelle-Zélande.....................	1
Belgique...	Pour toutes les destinations...	1
Espagne...	Pour les îles Canaries, les possessions espagnoles d'outre-mer, la côte septentrionale d'Afrique et la côte du Maroc.	0
	Pour toutes les autres destinations.....................	1
Gde Bretagne.	Pour toutes les destinations..	1

(1) Il est interdit d'accepter, à destination d'un bureau sémaphorique ou d'un bureau écluse ou barrage, un télégramme portant, avant l'adresse, l'indication éventuelle (P P) ou poste recommandée, ou poste restante.

ltar..	Pour les correspondances à destination de Tanger et du Maroc......................	0 10
e.....	Pour les télégrammes destinés à être mis à la poste à Corfou et adressés à des localités situées : en Europe.....	1 00
	Hors d'Europe..............	2 00
	A partir des autres bureaux de la Grèce..................	0 50
....	Pour Alexandrie d'Égypte, la Goulette, Sousa, Tunis et Tripoli de Barbarie........	0 50
....	Pour toutes les autres destinations (y compris la Corse, quand les lignes télégraphiques sous-marines ne sont pas interrompues) (1)......	1 00
e......	Pour toutes les destinations...	2 00
ugal...	Pour toutes les destinations...	1 00
uie ...	Pour toutes les destinations...	2 00

ur les offices extra-européens :

partir des Indes néerlandaises et des îles Madère et Saint-Vincent, pour toutes les destinations..........................	1 00
Amérique, pour toutes les destinations..	1 25
Aden, d'Australie, d'Égypte, des Indes anglaises ou de Birmanie, de Malacca, de Penang, du golfe Persique et de Singapore, pour toutes les destinations........	2 00
Amoy pour Foochow..................	2 00
Japon pour toutes les destinations.....	1 00
iatchta. Pour Ourga et Kalgang......	0 40
Pour Pékin et Tien-Tsin......	1 20

s départs de Kiatchta ont lieu les 5, 12, 19 et e chaque mois.

Suède, la Norvège, le Danemark, les Pays-la Bulgarie, la Roumanie et la Russie, bien que nant à la mer, n'ont indiqué aucune taxe ap-ble aux correspondances destinées à traverser er.

légrammes spéciaux divers. — Aucune taxe iale ne doit être réclamée de l'expéditeur inscrit avant l'adresse l'une des indica-s suivantes : (télégraphe restant), (télé-mme personnel), (adresse intégrale à repro-e sur chaque copie), ou toute autre mention l'expéditeur prendrait l'initiative.

légrammes avec reçu. — Mais il doit payer entimes pour tout télégramme dont il de-de le récépissé de dépôt, à la condition crire avant l'adresse les mots : (avec reçu) qui sont compris dans le nombre de mots taxés.

Pour les télégrammes internationaux, l'expéditeur a le droit d'obtenir, en outre, sur le récépissé de dépôt, la mention de la taxe perçue.

Les taxes perçues en moins par erreur et les taxes et frais non perçus sur le destinataire, par suite de refus ou de l'impossibilité de le trouver, doivent être complétés par l'expéditeur.

Les taxes perçues en plus par erreur sont de même remboursées aux intéressés.

Les opérations relatives aux compléments de taxe ou aux remboursements sont toujours régularisées, soit par le registre à souche, soit par le registre des remboursements.

Adresse convenue. — La faculté pour un destinataire de se faire remettre à domicile un télégramme dont l'adresse est rédigée sous une forme convenue ou abrégée est subordonnée à un arrangement préalable avec le bureau d'arrivée. En France, la taxe d'abonnement est fixée pour chaque adresse à 40 francs par an, à partir du 1er janvier de chaque année, ou à 20 francs par semestre indivisible, courant du 1er janvier ou du 1er juillet de chaque année.

L'abonnement est dû par chaque destinataire autant de fois qu'il désigne d'adresses différentes se rapportant à sa personne.

La même adresse peut servir à une société financière et à ses succursales, mais la taxe d'abonnement doit être versée dans chacun des bureaux appelés à desservir ces succursales.

Les règles générales sur le compte des mots s'appliquent aux adresses convenues ou abrégées, qui ne peuvent par suite contenir aucune combinaison contraire à l'usage de la langue employée. C'est ainsi qu'elles ne peuvent être formées par la réunion en un seul mot du nom du destinataire au nom de la rue où il a son domicile, ni à son prénom, à son titre, à sa qualité, etc.

Les mandats télégraphiques ne comprennent pas d'adresse abrégée ou convenue.

Taxes diverses. — Pour compléter les renseignements qui précèdent, nous indiquerons encore un certain nombre de modifications plus récentes.

Télégrammes pour la Suisse. — Une convention conclue le 11 mai 1887 a réglé ainsi qu'il suit les relations télégraphiques avec la Suisse :

La taxe des télégrammes ordinaires échangés directement entre la France et la Suisse est fixée uniformément et par mot à 15 centimes

(1) Quand les lignes télégraphiques sous-marines e l'Italie et la Corse sont interrompues, l'envoi élégrammes par la poste est effectué sans frais l'expéditeur et pour le destinataire.

(0 fr. 15) pour la correspondance générale, et à 10 centimes (0 fr. 10) pour toutes les correspondances échangées entre un bureau quelconque de l'un des cantons suisses situés sur la frontière de la France et un bureau quelconque d'un département français limitrophe de ce même canton, le territoire de Belfort étant traité comme un département.

Télégrammes pour Obock et le canal de Suez. — Conformément aux renseignements contenus dans la circulaire télégraphique n° 36209 du 2 août 1889, des télégrammes peuvent être échangés directement avec notre colonie d'Obock, qui a été reliée au réseau général par un câble posé entre Obock et Périm.

La taxe à percevoir pour ces télégrammes, qui sont soumis aux règles du régime extra-européen, est celle d'Aden ou de Périm augmentée de 0 fr. 15 par mot.

L'Administration des chemins de fer, des télégraphes et du port d'Alexandrie a fait connaître (avril 1890) qu'elle a conclu un arrangement avec la Compagnie universelle du canal maritime de Suez pour la livraison aux passagers en transit dans ledit canal des télégrammes qui leur sont destinés.

Les télégrammes doivent être adressés :

« 1° A Suez pour les passagers allant vers l'ouest ;
2° A Port-Saïd pour les passagers allant vers l'est ;
3° A Ismaïlia pour les passagers à bord des bateaux qui y seraient en station.

Outre le nom du destinataire, l'adresse doit aussi contenir le nom du bateau, ainsi : « bateau..... » et les mots : « faire suivre ».

Si les mots « bateau..... » et « faire suivre » ne sont pas insérés dans l'adresse, il sera perçu un droit de factage de 50 millièmes (environ 1 fr. 30).

Les passagers dans le canal peuvent expédier des télégrammes dans toutes les parties du monde, de chacun des garages sur le parcours du canal de Suez. »

Convention entre la France, l'Angleterre et la Belgique. — Dans le but de faciliter l'échange des télégrammes entre la France, l'Angleterre et la Belgique, les gouvernements de ces trois pays ont adopté en 1889 la convention suivante, relative aux cas d'interruption complète ou partielle des communications télégraphiques directes.

Art. 1er. — Dans les cas d'interruption des lignes directes reliant deux des États contractants, les taxes de transit seront les suivantes pour les télégrammes ordinaires :

Les télégrammes échangés entre la Grande-Bretagne et la France, en passant par le réseau télégraphique de la Belgique, seront soumis à une taxe de transit terrestre de 2 centimes par mot à porter au crédit de ce dernier pays.

Les télégrammes qui seront transmis entre la Grande-Bretagne et la Belgique, par la voie de France, seront soumis à une taxe de transit terrestre de 2 centimes 75 par mot à bonifier à ce dernier pays.

Pour les télégrammes qui seront échangés entre la France et la Belgique, par la voie anglaise, il sera attribué à la Grande-Bretagne une taxe de transit terrestre de 2 centimes 75 par mot.

Dans les différents cas énumérés ci-dessus, la taxe du transit sous-marin par les câbles anglo-français ou anglo-belges sera de 4 centimes par mot, à répartir en parts égales entre les administrations propriétaires des câbles.

Art. 4. — La présente convention sortira ses effets à partir du 1er avril 1889 et restera en vigueur jusqu'à l'expiration d'une année à compter du jour où elle aura été dénoncée par une des parties contractantes.

Conférence télégraphique de 1890. — Nous ajouterons enfin que la conférence télégraphique internationale de 1890 a proposé un certain nombre de modifications qui seront applicables à partir du 1er juillet 1891, si elles reçoivent l'approbation des gouvernements intéressés.

Le délégué de l'Allemagne a proposé l'unification des taxes, mais l'adoption de ce projet a été renvoyée à la prochaine conférence, qui aura lieu en 1895 à Budapesth.

Il a été voté cependant des réductions de taxe partielles : par exemple les dépêches pour l'Allemagne ne payeront plus que 15 centimes au lieu de 20 centimes par mot ; pour la Belgique et la Suisse 12 centimes 1/2 au lieu de 15 ; pour la Russie 40 centimes au lieu de 50 centimes. Le minimum de 1 franc par dépêche a été établi pour tous les Etats, excepté pour l'Allemagne qui n'en impose aucun.

Désormais, aussi, les mots composés tels que sous-lieutenant, porte-monnaie, chef-d'œuvre, etc., ne compteront plus que pour un mot lorsqu'on les assemblera comme suit : souslieutenant, portemonnaie, chefdœuvre, etc. Cependant, il ne faut pas que le mot ainsi composé excède quinze lettres pour les destinations européennes et dix lettres pour les destinations extra-européennes.

On pourra, sur un télégramme, ajouter les lettres M. P., qui signifient en mains propres, c'est-à-dire qu'avec cette mention la dépêche, comme une lettre chargée, ne sera remise à son destinataire que moyennant reçu.

Remboursements de taxes. — Toute réclamation en remboursement de taxe doit être formée, sous peine de déchéance, dans les deux mois de la perception. Ce délai est porté à six mois pour les télégrammes extra-européens.

Toutefois ce délai n'est que de huit jours

dans le service intérieur, et de quarante-deux jours dans le service international, si le détenteur d'un bon de réponse payée demande, au profit de l'expéditeur, le remboursement de la valeur de ce bon non utilisé par le titulaire dans les délais rappelés ci-dessus.

Pour la liquidation des arrhes d'exprès, il n'est pas stipulé de délai de prescription.

Toute réclamation doit être accompagnée des pièces probantes (décret du 16 avril 1881, article 31), savoir : une déclaration écrite du bureau de destination ou du destinataire, si le télégramme n'est point parvenu, et la copie qui a été remise, s'il s'agit d'erreur ou de retard.

Lorsqu'une réclamation a été reconnue fondée par les administrations intéressées, le remboursement est effectué par l'office d'origine.

L'expéditeur qui ne réside pas dans le pays où il a déposé son télégramme peut faire présenter sa réclamation à l'office d'origine par l'intermédiaire d'un autre office. Dans ce cas, l'office qui l'a reçue est, s'il y a lieu, chargé d'effectuer le remboursement.

Sont remboursées de droit à l'expéditeur qui en fait la demande, mais en vertu d'une autorisation spéciale de l'Administration centrale, les taxes suivantes :

(*a*) La taxe intégrale d'un télégramme-mandat qui, adressé à un bureau non ouvert au service des mandats télégraphiques, n'a pas pu remplir son objet et est resté impayé.

(*b*) La taxe intégrale de tout télégramme international qui a éprouvé un retard notable ou qui n'est pas parvenu à destination par le fait du service télégraphique.

En cas de retard, le droit au remboursement est absolu, pour les correspondances internationales, lorsque le télégramme n'est point arrivé à destination plus tôt qu'il n'y serait parvenu par la poste ou lorsque le retard dépasse deux fois vingt-quatre heures pour un télégramme européen et six fois vingt-quatre heures pour un télégramme sortant des limites de l'Europe.

Le remboursement intégral de la taxe est effectué aux frais des offices par le fait desquels le retard s'est produit et dans la proportion des retards imputables à chaque office.

(*c*) La taxe intégrale de tout télégramme collationné (dans le service international), de tout télégramme collationné ou recommandé (dans le service intérieur), qui, par suite d'erreurs de transmission, n'a pu manifestement remplir son objet; qui n'est point arrivé à destination plus tôt qu'il n'y serait parvenu par la poste, ou qui n'est pas parvenu du tout à destination par le fait du service télégraphique.

Les erreurs ou omissions sont imputablos :

1° Aux deux bureaux : lorsque des mots, nombres ou caractères ayant été omis ou ajoutés, le bureau qui a reçu n'a pas vérifié le compte des mots; lorsque le collationnement payé a été omis ou incomplet ; lorsqu'à l'appareil Hughes, il y a eu un défaut non rectifié ;

2° Au bureau qui a reçu : lorsqu'il n'a pas tenu compte de la rectification faite à son collationnement par son correspondant; lorsqu'en cas de répétition d'office, il n'a pas rectifié la première transmission d'après cette répétition ;

3° Au bureau qui a transmis : dans tous les autres cas.

La transmission inexacte d'un télégramme ne donne lieu à rembouroement que lorsque le collationnement a été payé, et encore faut-il que l'erreur commise soit de nature à rendre la dépêche incompréhensible pour le destinataire, ou à empêcher ce dernier de se conformer aux intentions de l'expéditeur. Dans le service intérieur, le retard qui donne ouverture au droit au remboursement est celui qui a manifestement fait manquer le but du télégramme. On peut admettre, en général, que le retard ne justifie le remboursement que lorsque la dépêche a employé, pour parvenir à destination, plus de deux jours dans le régime européen, plus de six dans le régime extra-européen ; à moins, toutefois, que ce retard n'ait été occasionné par une interruption de communications. Dans ce dernier cas, les administrations n'encourent aucune responsabilité.

Dans les cas prévus ci-dessus, le remboursement ne peut s'appliquer qu'aux taxes des télégrammes mêmes qui ont été omis, retardés ou dénaturés, y compris les taxes accessoires, mais non aux correspondances qui auraient été motivées ou rendues inutiles par l'omission, l'erreur ou le retard.

(*d*) Dans le service soit intérieur soit international (1), la taxe des dépêches rectificatives ou

(1) Dans le service international même, la taxe des télégrammes rectificatifs ou complétifs n'est remboursée que sur autorisation de l'Administration centrale, lorsque les communications ont été échangées entre deux bureaux et s'il est bien constaté qu'elles ont été motivées par une faute du service télégraphique.

Il suit de là que les demandes en remboursement de cette catégorie doivent être adressées, le jour de leur dépôt, par les receveurs à la direction départementale, qui les instruit d'urgence et les fait suivre, avec tous les documents probants à l'appui, à l'Administration centrale, qui statue dans le plus bref délai.

complétives échangées entre deux bureaux, à la demande de l'expéditeur ou du destinataire, à l'occasion d'un télégramme transmis ou en cours de transmission, laquelle taxe n'est remboursée que lorsqu'il est constaté qu'une erreur de service a été commise; et cette constatation résulte de la comparaison du texte de l'original avec celui de la copie délivrée à l'arrivée. En cas de rectification d'erreurs de service dans des télégrammes non collationnés, les taxes des télégrammes rectificatifs sont seules remboursées; le droit au remboursement ne pouvant, en aucun cas, s'étendre aux taxes des correspondances motivées ou rendues inutiles par les erreurs de transmission ainsi rectifiées.

(*e*) La somme versée pour la réponse est remboursable à l'expéditeur, lorsque le destinataire n'a pas fait usage du droit de répondre en franchise.

A cet effet, le destinataire doit, dans le service intérieur, avant le délai de huit jours, fixé par le paragraphe 4 de l'article 18 du décret du 16 avril 1881, et, dans le service international, avant l'expiration du délai de six semaines, déposer le bon au bureau qui l'a délivré, en l'accompagnant d'une demande de remboursement au profit de l'expéditeur. La demande de remboursement peut d'ailleurs être déposée dans un bureau autre que celui où le bon a été émis.

Il est procédé alors comme en matière de remboursement de taxe.

(*f*) Les arrhes déposées en vue du transport d'un télégramme par exprès, dans le cas où il n'a pas été fait emploi, en totalité ou en partie, des sommes perçues, si la liquidation doit en être effectuée par un bureau autre que le bureau d'origine, ou si la liquidation a été précédée d'une enquête administrative.

(*g*) En cas de perte de télégramme collationné ou non, les taxes accessoires non utilisées, telles que : arrhes déposées pour exprès, poste, réponse payée, accusé de réception, etc., lorsque cette perte de télégramme est imputable au service télégraphique.

(*h*) En cas d'interruption d'une ligne sous-marine, l'expéditeur de tout télégramme a droit au remboursement de la partie de la taxe afférente au parcours télégraphique non effectué, déduction faite des frais déboursés, le cas échéant, pour remplacer la voie télégraphique par un mode de transport quelconque.

Ces dispositions ne sont pas applicables aux télégrammes empruntant les lignes d'un office non adhérent qui refuserait de se soumettre à l'obligation du remboursement.

Sont remboursées d'office par les comptables, sans qu'il soit nécessaire de recourir, au préalable, à l'intervention de l'Administration centrale :

(*k*) Partie ou totalité des arrhes perçues pour frais d'exprès et remboursables au bureau qui les a encaissées; la liquidation des arrhes étant d'ailleurs opérée conformément aux prescriptions du paragraphe 56 (3 et 4).

(*l*) La taxe intégrale ou partielle des télégrammes arrêtés par l'autorité administrative par application de l'article 3 de la loi du 29 novembre 1850, ou bien en vertu des articles 7 et 8 de la convention de Londres.

(*m*) La taxe principale et les taxes accessoires, sous déduction d'un droit fixe de 50 centimes, d'un télégramme retiré ou annulé avant que la transcription en ait été commencée.

Si le télégramme a été transmis et que l'expéditeur en demande l'annulation par un télégramme privé et taxé avec (R P), le bureau d'origine, dès qu'il a reçu la réponse annonçant l'annulation effectuée, rembourse à l'expéditeur les taxes du télégramme primitif et du télégramme d'annulation, en raison du parcours non effectué.

(*n*) Les taxes indûment perçues par le comptable par suite d'erreurs de taxation.

(*o*) Les taxes enregistrées en prévision d'un recouvrement à opérer ultérieurement, par exemple : les compléments de taxe à percevoir pour les (R P), pour les (F S), lorsqu'elles n'ont pu être recouvrées sur le destinataire.

Ces sortes de remboursement sont à proprement parler des annulations d'écritures en recette non suivies de recette effective. Toutes les fois qu'une taxe à recouvrer n'a pu être encaissée, le comptable en donne avis au bureau d'origine, qui transmet ultérieurement le dossier à l'Administration centrale, avec le compte rendu exact des opérations faites.

TAXE TÉLÉPHONIQUE. — Dans la plupart des cas, les communications téléphoniques sont soumises, non à une taxe proprement dite, mais à un abonnement (voyez ce mot), moyennant le payement duquel l'abonné peut correspondre à toute heure avec les autres abonnés. Nous avons indiqué plus haut les conditions de l'abonnement en France. Il y a lieu à la perception d'une taxe lorsqu'une personne non abonnée fait usage d'une cabine téléphonique pour correspondre avec un abonné. Cette taxe est réglée par les deux décrets suivants, publiés en octobre 1889.

Le premier a pour objet de fixer la taxe des

conversations téléphoniques sur les réseaux urbains et interurbains, quand elles ne sont pas soumises au régime de l'abonnement. Voici le texte de ce décret :

Art. 1er. — La taxe à payer à l'entrée d'une cabine téléphonique publique, pour obtenir la communication avec un réseau urbain, est fixée à 50 centimes à Paris, à 25 centimes dans toutes les autres villes de France.

Art. 2. — La taxe élémentaire à payer par conversation téléphonique interurbaine est fixée à 50 centimes par 100 kilomètres ou fraction de 100 kilomètres de distance entre les points reliés par la ligne téléphonique.

La distance est calculée d'après le parcours réel de chaque ligne.

Art. 3. — Pour l'application des taxes ci-dessus indiquées, la durée normale de la conversation téléphonique est fixée à cinq minutes.

Cette durée peut être réduite à trois minutes sur les lignes et dans les conditions déterminées par arrêté ministériel.

Si les besoins du service l'exigent, une conversation ne peut pas être prolongée au delà d'une durée double de sa durée normale.

Art. 4. — Sont abrogées toutes les dispositions contraires au présent décret, sauf celles du décret du 28 décembre 1886 fixant la taxe à percevoir pour les communications téléphoniques échangées entre Paris et Bruxelles.

Art. 5. — Les taxes ci-dessus fixées seront appliquées à partir du 1er novembre prochain.

Nous rappelons que, d'après les décrets antérieurs la taxe était fixée à 1 franc sur les communications entre Paris et Reims, Paris et le Havre, Paris et Rouen et Paris et Lille, qui ont toutes plus de 100 kilomètres. La taxe sur les communications échangées par la ligne de Paris à Bruxelles (340 kilomètres) a été fixée à 3 francs, la taxe sur les communieations entre Paris et Lyon (531 kilomètres) avait été fixée à 2 francs, et celle sur les communications entre Paris et Marseille (888 kilomètres) à 3 francs.

Le second décret a pour objet d'autoriser et de réglementer la transmission téléphonique des télégrammes. En voici le texte :

Art. 1er. — Les abonnés aux réseaux téléphoniques urbains peuvent expédier et recevoir des télégrammes par la ligne qui les rattache à ces réseaux.

La transmission de ces télégrammes est effectuée gratuitement, sauf l'exception visée ci-après ; mais elle est subordonnée au dépôt préalable d'une provision destinée à garantir le remboursement de la taxe télégraphique.

Dans les villes comportant un réseau souterrain, l'abonné qui se propose d'user de la disposition qui précède est tenu de verser annuellement, et d'avance, une redevance de 50 francs.

Art. 2. — Les localités autres que les chefs-lieux de canton peuvent être reliées à un bureau télégraphique au moyen d'un fil téléphonique.

Ce fil et le bureau téléphonique qui le dessert sont établis avec la participation des communes intéressées.

La part contributive de ces communes aux frais de premier établissement est fixée à 100 francs par kilomètre de ligne neuve à construire, ou à 50 francs par kilomètre de fil à établir sur appuis déjà existants, et à 300 francs pour fournitures d'appareils et installation du poste téléphonique.

Art. 3. — Dans les localités possédant une recette des postes, le service téléphonique est confié au receveur.

Pour toutes les autres, le gérant des bureaux téléphoniques et son suppléant sont désignés par le maire, après avoir été agréés par le directeur départemental.

Ils devront être remplacés sur la demande de l'Administration.

Ils bénéficient sur la transmission des télégrammes des mêmes remises que les gérants des bureaux télégraphiques municipaux.

Ils prêtent le même serment professionnel.

Art. 4. — Toute personne peut expédier et recevoir des télégrammes par une ligne téléphonique municipale.

La transmission de ces télégrammes est effectuée gratuitement, mais elle est subordonnée au payement de la taxe télégraphique.

Le payement de cette taxe est effectué entre les mains du gérant du bureau téléphonique. Si ce gérant n'est pas en même temps receveur des postes, ses recettes et ses dépenses sont comprises dans la comptabilité du bureau télégraphique avec lequel il communique.

Art. 5. — Tout télégramme destiné à être distribué par un bureau téléphonique municipal est soumis à des frais d'exprès, à moins que la municipalité n'ait pris ses dispositions pour que cette distribution puisse s'effectuer gratuitement.

Art. 6. — Un télégramme ne peut être téléphoné, soit par une ligne urbaine, soit par une ligne municipale, que s'il est écrit en français, en langue claire, et si son texte n'excède pas cinquante mots.

Jusqu'à ce jour, cette transmission s'est effectuée gratuitement sur les réseaux de l'État ; mais la Société générale des téléphones ne l'avait autorisée sur ses réseaux que moyennant le payement d'une prime d'abonnement de 50 francs.

Aujourd'hui que l'État exploite directement tous les réseaux urbains, il supprime cette dualité de régime et il fait bénéficier de la gratuité les anciens abonnés de la société.

Toutefois, une exception a été admise ainsi qu'on l'a vu. Elle porte sur les villes où existe un réseau souterrain. Elle a pour but de prévenir l'encombrement des milieux où l'espace réservé aux fils est limité par la canalisation dont ils doivent suivre le tracé.

Un décret du 28 décembre 1886 a fixé à 3 francs par cinq minutes de conversation la taxe à percevoir pour les communications téléphoniques entre Paris et Bruxelles.

TEINTURE ÉLECTROLYTIQUE. — M. Goppels-

rœder a préparé certaines matières tinctoriales par l'électrolyse; il a pu aussi appliquer cette action à la teinture elle-même. Il attribue la production des matières colorantes, non à l'action directe du courant, mais aux actions secondaires dues à l'oxygène et à l'hydrogène naissant. Il faut éviter que les substances ainsi produites ne se mélangent par diffusion : pour cela on sépare les deux électrodes par une cloison ou un vase poreux.

M. Goppelsrœder a obtenu ainsi le noir d'aniline par l'électrolyse d'une solution de chlorhydrate d'aniline additionnée d'un peu d'acide sulfurique, des bleus d'aniline au moyen des chlorhydrates de méthylaniline, de diphénylamine et de méthyldiphénylamine, etc.

Il a même réussi à teindre directement les étoffes ou le papier. L'étoffe imprégnée du liquide à décomposer est étendue sur une plaque métallique communiquant avec l'un des pôles de la dynamo, et l'on pose dessus une autre plaque portant en relief le dessin à imprimer et reliée à l'autre pôle.

Pour teindre toute l'étoffe, on y produit d'abord un dépôt très mince de métal qui la rend conductrice, puis on la plonge dans le bain, en la reliant au pôle positif.

L'auteur a appliqué le même procédé à la fabrication de la cuve d'indigo. On remplit deux vases concentriques, le vase central étant poreux, d'une dissolution d'indigo dans la potasse caustique, et l'on fait passer le courant pendant trois ou quatre heures. L'hydrogène se dégage en abondance et l'indigo bleu est transformé en indigo blanc. Le coton, trempé dans la cuve, puis abandonné à l'air, se teint en bleu.

TÉLAUTOGRAPHE. — Appareil télégraphique imaginé par M. Elisha Gray et reproduisant l'écriture de l'expéditeur. Le principe est analogue à celui du téléphone : la membrane du transmetteur, sur laquelle on pose le papier, vibre sous la pression du style, qui est quelconque; celle du récepteur fait mouvoir une plume ou un crayon.

TÉLECTROSCOPE. — Appareil imaginé par M. Senlecq d'Ardres en 1877, pour reproduire les images, et fondé sur les propriétés du sélénium (Voy. TÉLÉPHOTE).

TÉLÉGONIOMÈTRE ÉLECTRIQUE. — Appareil électrique expérimenté récemment en Italie et qui permet à une batterie d'artillerie de tirer sur un point qu'elle ne voit pas et dont elle n'est pas vue. La batterie était située au fond d'une vallée et séparée par une chaîne de montagnes de la côte qu'elle devait défendre. Deux observateurs, cachés dans les montagnes, à un kilomètre environ de chaque côté de la batterie, observent le navire ennemi avec des lunettes munies d'un appareil électrique spécial, qui enregistre tous les mouvements de ce navire et les transmet à la batterie. Là, les déplacements angulaires des lunettes sont indiqués sur un plan par deux aiguilles dont l'intersection représente la position du navire. Ce système ingénieux de défense présente une certaine analogie avec le procédé Maury (Voy. TORPILLE). Les expériences ont également bien réussi, le navire étant immobile ou en mouvement.

TÉLÉGRAMME. — Communication transmise par le télégraphe.

Le libellé des télégrammes simples ou ordinaires comprend nécessairement et successivement :

1° En tête, l'adresse; 2° le texte; 3° le nom c'est-à-dire la signature de l'expéditeur; dans la correspondance internationale la signature peut être omise (Voy. PRÉAMBULE).

Les *télégrammes spéciaux* sont ceux qui comportent une rédaction spéciale, à raison soit de leur objet même, ou bien de leur mode de remise, soit des recommandations particulières ou des précautions qui les entourent ou du but qu'ils ont en vue.

Sont considérés comme télégrammes spéciaux, les télégrammes-mandats, les télégrammes avec réponse payée, les télégrammes urgents, recommandés, collationnés, multiples, sémaphoriques, avec accusé de réception, à faire suivre, par exprès, par poste, télégraphe restant, avec reçu.

D'une manière générale, les télégrammes spéciaux se distinguent des télégrammes simples ou ordinaires par certaines formules réglementaires, qui prennent le nom d'indications éventuelles, et qui doivent toujours prendre place immédiatement avant l'adresse, place obligatoire et caractéristique, où l'expéditeur est tenu de les écrire et où l'employé télégraphiste est également tenu de les maintenir en les transmettant. Par suite le libellé des télégrammes spéciaux comporte nécessairement et successivement :

1° En tête, les indications éventuelles; 2° l'adresse; 3° le texte; 4° la signature.

A l'exception des télégrammes pneumatiques (cartes-télégrammes et télégrammes fermés) qui sont jetés dans les boîtes spéciales placées à cet effet à l'entrée des bureaux télégraphiques, les dépêches doivent être déposées au guichet des bureaux télégraphiques par l'expéditeur ou

par son mandataire aux heures où ces bureaux sont ouverts au public. L'expéditeur a le droit d'en demander reçu contre payement d'une taxe uniforme de 10 centimes.

Les *indications éventuelles* qui caractérisent les *télégrammes spéciaux* doivent être écrites par l'expéditeur, sur la minute, *entre parenthèses, immédiatement avant l'adresse*, soit *in extenso*, soit sous la forme abrégée réglementaire; elles doivent être formulées en français.

Les principales locutions et les signes conventionnels correspondants sont les suivants :

LOCUTIONS.	SIGNES CONVENTIONNELS en usage dans le service	
	intérieur.	international.
1° Dans le service intérieur ou international.		
Télégramme privé urgent......	»	(D)
Télégramme collationné........	(T C)	(T C)
Accusé de réception télégraphique........................	(C R)	(C R)
Accusé de réception postal.....	(C R postal.)	»
Télégramme recommandé......	(T R)	»
Télégramme à faire suivre.....	(F S)	(F S)
Réponse payée................	(R P)	(R P)
Télégramme remis ouvert......	(R O)	(R O)
Exprès........................	»	(Exprès).
Exprès payé..................	(X P)	(X P)
Exprès arrhes télégraphe.......	(Exprès arrhes télégraphe.)	»
Poste.........................	(P P)	(P P)
Poste recommandée...........	(Poste recommandée.)	(Poste recommandée.)
Poste restante................	(Poste restante.)	(Poste restante.)
Complément à percevoir...mots.	(Complément à percevoir ...... mots.)	(Complément à percevoir ...... mots.)
2° Dans le service intérieur seulement et sans emploi de signes conventionnels.		
Poste en gare.................	»	»
Télégraphe restant............	»	»
Avec reçu.....................	»	»
Télégramme personnel *ou* Remettre en mains propres.....	»	»
Adresse intégrale à reproduire sur chaque copie à chacun des domiciles....................	»	»

NOTA. Les signes conventionnels abrégés ci-dessus sont comptés chacun pour un seul mot.

Dans les télégrammes-mandats, les indications éventuelles doivent être inscrites immédiatement après le nom et l'adresse du destinataire du mandat. Elles sont comprises dans le texte soumis à la taxe. Elles sont en outre reproduites dans le préambule pour être transmises gratuitement.

L'adresse d'un télégramme peut être écrite soit 1° *sous une forme abrégée ou convenue*, soit 2° *en langage ordinaire*.

Sous la forme convenue ou abrégée, elle doit contenir au moins deux mots : le premier représentant le nom et l'adresse du destinataire, le second indiquant le nom du bureau télégraphique de destination.

Les dépêches dont l'adresse est écrite sous une forme abrégée ou convenue ne sont acceptées qu'aux risques et périls de l'expéditeur.

Dans un télégramme adressé « télégraphe restant » ou « poste restante », le nom du destinataire peut être remplacé par des lettres, des chiffres ou des signes conventionnels; mais le receveur du bureau d'arrivée doit, au moment de la remise du télégramme, constater l'identité du destinataire, en faisant apposer, sur une feuille spéciale, la signature de ce destinataire, suivie de son adresse.

Une adresse ainsi formulée ne doit pas être admise si le télégramme doit être remis au destinataire à son domicile ou dans un hôtel.

L'adresse d'un télégramme doit comprendre toutes les indications nécessaires pour en assurer la remise au destinataire, sans recherches ni demandes de renseignements. Ces indications, à l'exclusion des noms de personnes, doivent être écrites en français ou dans la langue du pays de destination.

Les éléments essentiels de l'adresse sont :

(*a*) Le nom du destinataire écrit en toutes lettres, accompagné ou suivi, le cas échéant, du prénom, de la qualité, de la profession ou de telle autre indication nécessaire pour distinguer le véritable destinataire de ses homonymes.

La qualité du destinataire tient lieu de son nom toutes les fois qu'elle précise, sans doute possible pour le bureau d'arrivée, la personne à qui la dépêche est adressée. Par exemple : Syndic des agents de change, Paris; — Général de division, Dijon; — Préfet, Marseille, etc. Mais elle serait évidemment insuffisante dans les cas suivants : Agent de change, Lyon; — Commissaire de police, Paris, etc.;

(*b*) L'indication précise du lieu d'arrivée, sans confusion possible.

Si le lieu d'arrivée est pourvu d'un bureau télégraphique, il doit être désigné sous sa dénomination officielle, rigoureusement conforme à celle qu'il porte dans la nomenclature des bureaux télégraphiques. Lorsque cette dénomination est commune à plusieurs localités, on doit la compléter par l'indication du pays ou du département.

Si le lieu d'arrivée n'est pas pourvu d'un bureau télégraphique, il est nécessaire de le

désigner assez clairement pour prévenir toute confusion, en le complétant par la désignation de la commune ou du canton, lorsqu'il s'agit, par exemple, d'un hameau, d'un château ou d'une habitation isolée.

A la suite du lieu d'arrivée ainsi désigné, on doit toujours écrire le nom du bureau télégraphique destinataire.

Toutefois les télégrammes présentés pour une destination ou un bureau dont le nom ne figure pas dans la nomenclature des bureaux télégraphiques doivent être acceptés aux risques et périls de l'expéditeur, si celui-ci affirme que le lieu de destination est pourvu d'un bureau télégraphique. La déclaration reçue à ce sujet de l'expéditeur doit être formulée par écrit sur la minute du télégramme et signée par l'expéditeur ou par le mandataire de ce dernier. Dans ce cas, l'expéditeur est d'ailleurs tenu de préciser le lieu d'arrivée, d'une manière d'autant plus complète que ce nom n'est pas mentionné dans la nomenclature des bureaux télégraphiques.

Les adresses sommaires sont généralement insuffisantes, notamment pour les télégrammes à destination des grandes villes. On ne peut le plus souvent y assurer, sans recherches, la remise d'un télégramme, qu'en faisant suivre le nom du destinataire de sa qualité ou profession, ou bien du nom de la rue et du numéro de l'habitation.

Ces divers éléments, joints au nom du lieu d'arrivée, constituent l'adresse complète.

Divers télégrammes spéciaux comportent, dans le libellé de leur adresse, une formule spéciale qui doit être uniformément la même dans tous les cas analogues, ainsi :

(*a*) Dans les télégrammes sémaphoriques à destination des navires en mer, les nom et qualité du destinataire doivent être complétés par l'indication du nom ou du numéro officiel ainsi que de la nationalité du bâtiment destinataire;

(*b*) Dans un télégramme affranchi par *bon*, lorsqu'il est envoyé à l'expéditeur même du télégramme portant réponse payée et que l'on ne connaît pas l'adresse de cet expéditeur : il est interdit d'ajouter en préambule la mention « *réponse payée à N°* », à moins de comprendre cette mention dans le nombre des mots taxés.

Il est préférable de faire suivre le nom du destinataire, dont l'adresse est inconnue, des mots : « expéditeur du télégramme ..... du ...... » Ex. : Caron expéditeur télégramme 470 du 15 Limoges;

(*c*) Dans un télégramme à remettre dans le *bureau d'arrivée*, il est rigoureusement interdit de se servir de cette locution « *bureau restant* » qui, étant vague et peu précise, ne permet pas de distinguer le service postal du service télégraphique.

L'expression « *poste restante* » doit seule être employée pour désigner le guichet de la poste comme lieu de remise.

L'expression « *télégraphe restant* » est, de même, seule admise pour désigner comme lieu de remise le bureau télégraphique destinataire.

Le texte peut être rédigé en *langage clair*, ou en *langage secret*, c'est-à-dire *convenu* ou *chiffré*, toutes les fois que l'État où se trouve le lieu de destination admet ce dernier mode de correspondance.

Les télégrammes en *langage clair* sont ceux qui offrent un sens compréhensible en l'une quelconque des vingt-neuf langues admises pour la correspondance internationale.

Les télégrammes ne sont pas considérés comme rédigés en langage clair, s'ils renferment des mots isolés ou des suites de mots dénaturés ou détournés de leur signification habituelle.

Les séries de mots, de chiffres ou de lettres, réunis de manière à former un sens intelligible, constituent le langage clair. Il appartient d'ailleurs au bureau de départ d'apprécier si un télégramme peut être considéré comme rédigé en langage clair.

Les langues admises pour la correspondance internationale en langage clair sont au nombre de vingt-neuf, savoir : le français, l'anglais, l'allemand, l'arménien, le bohême, le bulgare, le croate, le danois, l'espagnol, le flamand, le grec, l'hébreu, le hollandais, le hongrois, l'illyrique, l'italien, le japonais, le norvégien, le polonais, le portugais, le roumain, le routhène, le russe, le serbe, le slovaque, le slovène, le suédois, le turc et le latin.

Dans tous les cas, les télégrammes doivent être écrits en caractères romains, quelle que soit la langue employée.

Lorsqu'ils sont destinés au service intérieur et qu'ils ne sont pas rédigés en français, l'expéditeur peut être tenu d'en donner la traduction par écrit. Cette traduction est obligatoire pour les dépêches qui ne sont pas remises directement aux guichets des bureaux télégraphiques. (Décret du 16 avril 1881, article 2, § 2.)

Les télégrammes sémaphoriques doivent être rédigés, soit dans la langue du pays où est situé le sémaphore chargé de les signaler, soit

en signaux du Code commercial universel. Dans ce dernier cas, ils sont considérés comme des télégrammes chiffrés.

Le langage secret, qui comprend les télégrammes rédigés en *langage convenu* et les télégrammes rédigés en *langage chiffré*, est admis pour les correspondances à destination de la France et de l'Algérie et pour la correspondance internationale avec l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Grande-Bretagne et Gibraltar, la Grèce, la Hongrie, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la Russie, la Suède, la Suisse et les îles de Corfou, d'Héligoland et de Malte.

Il est admis, dans le régime extra-européen, sans aucune restriction :

Pour les relations avec l'Égypte par les voies de terre (*El-Arich et Batoum*) et la Russie d'Asie;

Avec restriction aux groupes de chiffres et exclusion des groupes de lettres, pour toutes les autres relations, sauf pour la Perse, qui n'accepte pas le langage secret.

Pour Cuba, la correspondance secrète est admise, mais le gouvernement cubain se réserve d'exiger la traduction des télégrammes au départ ou à l'arrivée.

La correspondance secrète n'est acceptée en Europe sous aucune forme :

Par la Bosnie et l'Herzégovine, la Bulgarie, le Monténégro, la Roumanie, la Serbie et la Turquie.

a. *Langage convenu*. On entend par langage convenu l'emploi de mots qui, tout en présentant chacun un sens intrinsèque, ne forment point des phrases compréhensibles pour les bureaux ou les offices en correspondance.

Dans le service intérieur et le régime européen, les télégrammes en langage convenu ne doivent contenir que des mots appartenant à l'une des langues admises par les États de l'Union pour la correspondance internationale en langage clair.

Tout télégramme en langage convenu ne doit contenir que des mots puisés dans une même langue et présentant chacun un sens intrinsèque.

Dans le régime extra-européen, les télégrammes en langage convenu ne peuvent contenir que des mots appartenant aux langues allemande, anglaise, espagnole, française, italienne, néerlandaise, portugaise et latine. Tout télégramme peut contenir des mots puisés dans toutes les langues susmentionnées.

Les noms propres ne sont admis dans la rédaction des télégrammes en langage convenu qu'avec leur signification en langage clair.

Le bureau d'origine peut demander la production du vocabulaire qui a servi à la composition des télégrammes en langage convenu, afin de contrôler l'exécution des dispositions qui précèdent.

b. *Langage chiffré*. Sont considérés comme télégrammes en langage chiffré :

(*a*) Ceux qui contiennent un texte chiffré ou en lettres secrètes;

(*b*) Ceux qui renferment soit des séries ou des groupes de chiffres ou de lettres dont la signification ne serait pas connue du bureau d'origine, soit des mots, des noms, ou des assemblages de lettres ne remplissant pas les conditions exigées pour le langage.

Le texte des télégrammes chiffrés peut être soit entièrement secret, soit en partie secret et en partie clair. Dans ce dernier cas, les passages secrets doivent être placés entre deux parenthèses, les séparant du texte ordinaire qui précède ou qui suit. Le texte chiffré doit être composé exclusivement de lettres de l'alphabet ou exclusivement de chiffres arabes.

Les télégrammes sémaphoriques rédigés en signaux du code commercial universel sont considérés comme des télégrammes chiffrés.

Les signaux du code commercial se composent de dix-huit pavillons, représentant les consonnes B, C, D, F, G, H, J, K, L, M, N, P, Q, R, S, T, V, W.

Pour la correspondance intérieure, tout télégramme doit être signé par l'expéditeur, qui est en outre tenu d'inscrire, d'une manière complète, son nom et son adresse sur la minute. Cette dernière indication n'entre dans le compte des mots soumis à la taxe que si l'expéditeur en a demandé la transmission.

Pour la correspondance internationale, la signature peut revêtir la forme abrégée ou être omise. L'expéditeur doit néanmoins indiquer, au bas de la minute, son nom et son domicile, mais ces indications ne sont pas soumises à la taxe.

La signature, toutes les fois qu'elle figure dans les mots à taxer et à transmettre, doit être placée après le texte.

Télégrammes spéciaux. — Télégrammes portant certaines indications éventuelles spéciales et soumis, pour ce fait, à une taxe particulière.

Télégrammes officiels. — Ce sont les télégrammes qui, intéressant le service de l'État, sont expédiés par des fonctionnaires publics auxquels le droit de franchise télégraphique a été accordé par arrêté ministériel.

Le droit de franchise télégraphique implique, pour la correspondance des personnes qui en

sont investies, d'une part, la priorité de la transmission et, d'autre part, l'exonération de la taxe.

Dans le service intérieur, les expressions *extrême urgence* et *urgence* sont réservées exclusivement aux dépêches officielles. Toutefois l'expression « P. urgent » peut précéder la transmission d'un télégramme *taxé*, lorsqu'un télégramme est signé par un fonctionnaire public et qu'il traite d'affaires administratives urgentes.

La mention *P. urgent* implique un droit de priorité. Elle ne doit être accordée qu'avec réserve, sous la responsabilité du receveur et après un examen attentif du texte du télégramme.

La franchise télégraphique est « directe » ou « indirecte ».

La franchise « directe » appartient aux seuls fonctionnaires ou agents auxquels elle a été conférée par décision ministérielle et dans les limites fixées par cette décision.

L'état général des franchises contient la désignation de toutes les personnes qui sont investies de la franchise directe et précise pour chacune d'elles l'étendue de leur droit. Tout fonctionnaire ou agent possédant le droit de franchise ne le conserve que dans le ressort même où il exerce ses fonctions.

Hors de ce ressort, il perd tout droit à la franchise, excepté dans le cas où, faute de bureau télégraphique sur les lieux mêmes, il est amené à déposer ses dépêches dans un bureau établi dans quelque localité voisine.

La franchise indirecte est conférée par le *visa* qu'appose sur un télégramme qui traite d'affaires de service un fonctionnaire ou agent investi lui-même de la franchise directe. Le *visa* doit être demandé par l'agent signataire de la dépêche à son chef hiérarchique. A défaut du chef hiérarchique, le visa peut être demandé à une autre autorité compétente.

Doit être considéré comme nul et non avenu tout « visa » délivré par un fonctionnaire ou agent auquel n'appartient pas le droit de correspondre en franchise avec le destinataire de la dépêche.

Le droit de franchise ou de visa peut être délégué par tout fonctionnaire ou agent à son substitut, suppléant ou intérimaire régulier.

Les noms et signatures des délégués doivent toujours être régulièrement accrédités auprès du receveur, par l'intermédiaire du directeur départemental.

Lorsqu'un télégramme « officiel » demande une réponse et renferme explicitement l'ordre de répondre par télégraphe, le destinataire est admis, sur la présentation de ce télégramme officiel, à user du droit de franchise pour la transmission de cette réponse avec dispense du visa.

L'exercice du droit de franchise donne lieu à « contravention » ou à « abus ».

Il y a « contravention » toutes les fois que l'expéditeur du télégramme présenté comme officiel :

N'est pas investi du droit de franchise directe, soit qu'il ne figure pas sur l'état général des franchises, soit qu'au moment où il prétend user de ce droit, il ne se trouve pas dans la circonscription du ressort où il exerce ses fonctions;

Ou bien n'adresse pas le télégramme à l'un des fonctionnaires avec lesquels il est autorisé à correspondre en franchise, suivant les désignations précises de l'état général des franchises;

Ou enfin se prévaut d'un visa délivré par un fonctionnaire qui outrepasse lui-même les limites de son droit.

Ainsi un préfet ne peut user de la franchise hors de son département; de même un sous-préfet ou un procureur de la République, hors de son arrondissement; de même un général, en dehors des limites de son commandement. Le maire d'une commune située dans un arrondissement de sous-préfecture n'a pas la franchise avec le préfet du département.

Un receveur des domaines, dans un chef-lieu de canton, ne peut pas correspondre en franchise avec son directeur, que sa dépêche soit visée ou non par le maire de la commune, le visa n'étant pas valable. Un ingénieur en chef chargé du canal de l'Est ne peut pas requérir la franchise à Paris, ni ailleurs que dans les limites de sa circonscription administrative.

Tout télégramme présenté « en contravention » doit, quel qu'en soit l'objet, être rigoureusement refusé comme « officiel ». Il ne peut être transmis qu'après avoir été soumis à la taxe. Toutefois, si l'expéditeur en fait la demande, ce télégramme est admis à jouir d'un droit de priorité et le préambule est, dans ce cas, précédé de la formule *P. urgent*.

L'incident auquel donnent lieu le dépôt et la taxation des télégrammes de cette catégorie est signalé immédiatement, par rapport spécial au directeur du département.

Tout télégramme présente en « co

i aurait été, malgré l'interdiction ci-
ccepté et transmis comme « officiel »,
e signalé par le receveur du bureau
ire à son directeur départemental. Ce
aire en communiquera une copie au
ompétent de l'administration centrale.
axera d'office le télégramme « en con-
n » au compte des receveurs des bu-
rigine, qui seront tenus de verser à
se le montant des taxes, sauf recours
s expéditeurs.
'un gérant de bureau municipal ou un
are a accepté et transmis comme offi-
télégramme en « contravention », le
bureau principal qui reçoit ce télé-
ou, à son défaut, le bureau chef-lieu
un avis de service, appeler l'attention
u expéditeur sur l'irrégularité de la
sion et l'inviter à réclamer la taxe. En
efus, on donnera néanmoins cours à
spondance, mais en la signalant au
compétent de l'administration cen-

« abus » toutes les fois que le télé-
expédié comme « officiel » a trait à
es d'intérêt privé ;
présente pas un caractère suffisant
pour justifier la transmission par
e, alors que l'emploi de la voie pos-
it permis aux correspondances d'arri-
mps utile ;
fin, n'a pas ou ne paraît pas avoir de
avec l'objet spécial en vue duquel la
a été accordée.
entre autres, « abusifs » : les télé-
qui sont relatifs à des demandes de
es demandes en autorisation ou les
ions de transport de corps ; les télé-
d'un ingénieur (autorisé dans l'intérêt
e des crues des cours d'eau) traitant
stion du service ordinaire ; les télé-
d'un commissaire de surveillance
rative n'ayant pas pour objet direct de
des accidents survenus sur les voies
les télégrammes qui traitent d'affaires
ssant avoir aucun caractère urgent ou
ble-t-il, auraient pu et dû être expédiés
postale.
les fois que le receveur du bureau
juge qu'il y a « abus », il en fait
tion à l'expéditeur et l'avise de l'obli-
ui lui incombe de signaler le télé-
abusif au ministère. Si l'expéditeur
e télégramme est accepté et transmis
ent. Mais le receveur en transmet

immédiatement une copie, avec des explications convenables, au directeur du département.

Les télégrammes officiels peuvent être rédigés en langage ordinaire ou bien en langage conventionnel ou en chiffres, au choix des expéditeurs. Ils sont admis dans toutes les relations, soit intérieures, soit internationales. Ils peuvent être adressés à tout bureau télégraphique ou même à une gare située sur un réseau quelconque :

« Dans toutes les stations où il n'existe pas d'appareil de l'État, les compagnies seront tenues de faire transmettre et recevoir par leurs agents toutes les dépêches du gouvernement. »

Cette obligation est imposée à toutes les gares, ouvertes ou non à la télégraphie privée. Elle doit être appliquée dans tous les cas, hormis celui où une gare, quoique pourvue d'appareils télégraphiques, ne se trouverait pas d'une manière permanente dans le circuit d'un conducteur électrique.

Les indications inutiles, les formules de politesse et surtout les titres inscrits dans l'adresse par l'expéditeur, sont supprimés d'office par l'agent télégraphiste.

Exemple :

Adresse originale.

Le Maire de la ville de Ligny
A Monsieur le Préfet de la Meuse,
A Bar-le-Duc.

Adresse télégraphique.

Maire à Préfet, Bar-le-Duc.

Il importe toutefois, dans la rédaction simplifiée de l'adresse, de ne pas éliminer certains renseignements indispensables pour assurer la remise du télégramme à son véritable destinataire.

En général, la signature de l'expéditeur, hormis dans quelques cas très rares qui sont laissés à l'appréciation du receveur, et les formules de politesse qui peuvent terminer un télégramme officiel sont biffées avant transmission.

Au moment du dépôt d'un télégramme officiel, le receveur ou, à son défaut, le commis principal ou même le commis responsable, examine tout d'abord si l'expéditeur a droit à la franchise et si l'objet du télégramme ne constitue pas un abus.

Si l'agent juge qu'il y a, soit « contravention », soit « abus », on procède ainsi qu'il est prescrit aux paragraphes précédents.

Télégrammes et avis de service. — Les télégrammes relatifs au service des télégraphes intérieurs ou internationaux sont transmis en franchise.

Les avis de service émanant des divers bureaux et relatifs aux accidents de transmission circulent sur le réseau intérieur et sur le réseau international également en franchise.

Les télégrammes de service sont rédigés en français.

Cette disposition est applicable aux indications du préambule et aux avis de service ou d'office qui accompagnent la transmission des correspondances.

La signature n'est pas transmise dans les télégrammes de service : quand il s'agit d'avis de service échangés entre bureaux, au sujet des incidents de la transmission, on transmet simplement le numéro et le texte du télégramme, sans adresse ni signature.

Les télégrammes de service se distinguent en télégrammes de service proprement dits, et en avis de service.

Les télégrammes de service proprement dits sont ceux qui, émanant soit de l'administration centrale, soit des fonctionnaires dûment autorisés, ont trait à des questions d'administration, de personnel, de construction. Tels sont, entre autres, les télégrammes échangés entre les directeurs départementaux et leurs subordonnés pour régler des questions d'exploitation postale, de comptabilité ou de locaux, pour prescrire des mouvements de personnel ou des mesures d'organisation, — les télégrammes échangés entre les directeurs départementaux et les ingénieurs, entre les ingénieurs et leurs subordonnés, en vue des travaux ou des opérations à concerter ou à exécuter.

Sont toutefois considérés comme de simples avis de service les dépêches échangées par les directeurs ou inspecteurs, — ingénieurs, les directeurs ou inspecteurs de l'exploitation, entre eux et avec leurs subordonnés, à l'occasion des dérangements de lignes ou de bureaux ou bien en vue de donner suite soit à des remplacements urgents de matériel de poste, soit à des agents de surveillance à envoyer sur les lignes (service des dérangements).

Les télégrammes de service prennent rang immédiatement après les télégrammes officiels; ils peuvent être transmis par urgence et précédés, dans le préambule, de l'indice « off ». La taxe en est calculée et comprise dans les relevés statistiques mensuels au compte du ministère des postes et des télégraphes.

Les télégrammes de service doiv[...] limités aux cas qui présentent un c[...] d'urgence.

Ils peuvent être émis en langage sec[...] toutes les relations.

Les renseignements qui ne présente[...] un caractère d'urgence sont demandés [...] nés par la poste.

Les télégrammes de service qui seraie[...] non urgents ou abusifs doivent être [...] comme tels au bureau compétent de l'a[...]tration centrale.

Les avis de service sont échangés de b[...] bureau, sur l'initiative d'un bureau, ja[...] demande du public. Ils ont trait soit [...]tionnement des lignes, des fils ou des a[...] en exploitation, soit au service des tr[...]sions proprement dites.

Ils ne peuvent être rédigés et émis qu[...] receveur ou son délégué, qui sont tenu[...] signer. Ce délégué du receveur est un [...] principal ou un employé responsable, [...] autorisé en vertu de dispositions spéci[...] sont notifiées au personnel par la voie [...] d'ordres.

Le fonctionnaire qui a signé un avis [...]vice en demeure responsable.

Il est rigoureusement interdit, sous p[...] répétition de taxe et sans préjudice [...] autre mesure disciplinaire que l'admini[...] jugerait devoir infliger, à tout agent, qu[...] soit, de mettre en transmission un avis [...]vice non signé par le receveur ou son d[...]

Télégrammes de presse. — Ce sont le[...]grammes expédiés aux journaux par le[...] respondants attitrés, et qui ne contienn[...]cune correspondance personnelle (V. Ta[...]

Télégrammes-mandats. — L'émission d[...] *grammes-mandats* est confiée aux guiche[...]graphiques qui sont considérés, au point [...] de ces opérations spéciales, comme g[...] succursales du service de la poste.

Les télégrammes-mandats peuvent êt[...] pour être payés par tout bureau de p[...] télégraphe figurant à la nomenclature [...] signe ⌧.

Ils ne peuvent dépasser la som[...] 5000 francs.

Aucun dépôt excédant cette som[...] 5000 francs ne devra être accepté. Si l'e[...]teur demande à expédier une somme [...]sieure, en prenant plusieurs manda[...] veur doit lui faire remarquer que [...] de 5000 francs a été établi d'apr[...] ces dont, en général, peuvent d[...]

aux de poste, et que dépasser ce maxi- n expédiant plusieurs mandats, serait r à voir retarder le payement au lieu de on. Si l'expéditeur persiste, il est fait a demande.

a'une personne se présente pour expé- mandat, on doit l'inviter à remplir s indications de la formule (modèle inquiès) et s'assurer que le lieu de des- est autorisé à recevoir et à payer des télégraphiques. Les noms de l'en- t du destinataire ne peuvent être rem- ar des initiales. Toutefois, au lieu et un nom propre, on peut designer le bé- e par une raison sociale ou par une nettement et complètement formulée. uite du nom du bénéficiaire, doivent rites les *indications éventuelles* qui peu- e utiles, le cas échéant, pour préciser de remise, telles que : *exprès payé, tante, poste recommandée, télégraphe res-*

ut, en outre, faire suivre l'adresse des *ns éventuelles* suivantes : *collationné, ac- éception, accusé de réception postal, télé- recommandé, télégramme personnel* ou *re- n mains propres.*

s les autres mentions sont formelle- terdites.

ammes urgents. — En payant une taxe , on peut assurer à un télégramme privé ité de transmission sur tous les autres mes privés.

légrammes sont désignés par le mot u par le signe (D), inscrit avant l'adresse, oit être transmis avant le préambule. grammes sont admis seulement dans le nternational, mais ils doivent, même en être transmis par priorité sur les autres mes privés, et leur priorité entre eux e par l'ordre de leur dépôt ou de leur n.

ammes sémaphoriques. — Les *télégram- phoriques* proprement dits sont les té- es échangés avec les navires en mer par édiaire des sémaphores établis sur le Ils doivent être rédigés, soit dans la u pays où est situé le sémaphore chargé ignaler, soit en signaux du code com- universel.

e dernier cas, ils sont considérés comme rammes chiffrés.

ois, dans la correspondance entre les s de guerre français et les sémaphores oire, l'usage des dix chiffres arabes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 est autorisé; mais il est interdit de combiner les chiffres avec les lettres. Le nombre des signaux dont chaque groupe peut se composer est de quatre.

Quand les télégrammes sémaphoriques sont à destination des navires en mer, l'adresse doit comprendre, outre les indications ordinaires, le nom ou le numéro officiel du bâtiment destinataire et sa nationalité.

Tout télégramme sémaphorique doit porter dans le préambule l'indication « sémaphorique ».

Les télégrammes provenant d'un navire en mer sont transmis à destination en signaux du code commercial, lorsque le navire expéditeur l'a demandé. Dans le cas où cette demande n'a pas été faite, ils sont traduits en langage ordinaire par le préposé du poste sémaphorique et transmis à destination.

Télégrammes collationnés. — Le *collationnement* d'un télégramme est la répétition intégrale de ce télégramme de bureau à bureau. L'indication éventuelle est le mot *collationné* ou le signe (TC), inscrit avant l'adresse. Le texte du collationnement n'est pas remis à l'expéditeur. Les télégrammes officiels sont toujours collationnés.

Télégrammes avec accusé de réception. — L'*accusé de réception* d'un télégramme est la transmission, par le bureau d'arrivée, de la date et de l'heure de remise de ce télégramme au domicile du destinataire.

L'expéditeur qui demande que l'accusé de réception d'un télégramme lui soit notifié aussitôt après la remise de celui-ci, inscrit avant l'adresse l'indication (accusé de réception) ou le signe conventionnel (CR).

L'accusé de réception est annoncé par l'abréviation « CR » et transmis dans la forme suivante :

CR. Paris de..... Télégramme n°..... remis à..... (adresse du destinataire), le..... (date, heure et minute), ou (motif de non-remise).

Télégrammes recommandés. — Le *télégramme recommandé* n'est admis que dans le régime intérieur.

Tout expéditeur a la faculté de recommander son télégramme en inscrivant avant l'adresse l'indication (recommandé) ou le signe (TR), à comprendre dans le nombre de mots taxés.

Le télégramme recommandé donne lieu au collationnement intégral et à l'accusé de réception prévus par les paragraphes ci-dessus.

Les télégrammes en langage secret ou convenu sont obligatoirement soumis à la recommandation.

Télégrammes à faire suivre. — Tout expéditeur peut, en inscrivant avant l'adresse l'indication (*faire suivre*) ou le signe (*FS*), demander que le bureau d'arrivée fasse suivre son télégramme dans les limites adoptées pour le service international du régime européen, les télégrammes à faire suivre n'étant pas acceptés en dehors de l'Europe.

Le télégramme peut renfermer des adresses successives, si l'expéditeur indique, par la rédaction de l'indication du *faire suivre*, que le télégramme doit être transmis successivement à chacune des destinations, jusqu'à la dernière inclusivement, s'il y a lieu (Voy TAXE).

Télégrammes multiples. — Un *télégramme multiple* peut être adressé soit à plusieurs destinataires dans une même localité, soit à un même destinataire, à plusieurs domiciles, dans la même localité.

En transmettant un télégramme adressé, dans une même localité ou dans des localités différentes, mais desservies par un même bureau télégraphique, à plusieurs destinataires ou à un même destinataire à plusieurs domiciles, avec ou sans réexpédition par la poste ou par exprès, il faut indiquer dans le préambule le nombre des adresses.

Il est interdit d'accepter et de traiter comme télégramme multiple un télégramme qui serait adressé à plusieurs localités télégraphiques différentes.

Si, dans un télégramme multiple, chaque exemplaire envoyé par le bureau d'arrivée à chacun des destinataires doit porter la totalité des adresses, l'expéditeur est tenu de le faire connaître par une mention explicite qui doit entrer dans le corps de l'adresse et, par suite, dans le nombre des mots taxés.

Les télégrammes multiples ne sont pas acceptés par les compagnies « Anglo-American », « Direct-Cable » et « Brazilian submarine ». La Compagnie « Française » les accepte en principe; mais les compagnies américaines ne les recevant pas, on ne devra pas expédier de télégrammes multiples en Amérique. Toutes les autres compagnies et les offices extra-européens qui suivent les règles de la Convention, c'est-à-dire l'Australie, les Indes britanniques, le Japon, la Perse, la Russie, l'Asie, la Nouvelle-Zélande, etc., les acceptent.

Télégrammes remis ouverts. — Le télégramme est *remis ouvert* lorsque l'expéditeur l'a demandé par une indication insérée dans sa dépêche, immédiatement avant l'adresse.

Les dépêches d'arrivée qui portent la mention « remis ouvert » ou « *RO* » sont portées aux destinataires dans les mêmes c[...] que les télégrammes ordinaires; seule[...] plis ou enveloppes ne sont pas cac[...] seule modification aux dispositions h[...] consiste donc à ne pas clore l'envoi. [...] l'indication *ouvert* doit être portée sur [...] soit à la main, soit au moyen d'un tim[...] que le destinataire n'attribue pas ce [...] clôture à un oubli, et que les person[...] quelles la dépêche serait remise en [...] du destinataire ne se fassent pas scru[...] prendre connaissance.

Au départ, on doit accepter les télé[...] à remettre ouverts pour toutes les des[...] comprises dans le service intérieur, [...] pour l'Allemagne, l'Autriche, la Bel[...] Bosnie-Herzégovine, le Danemark, l'Es[...] Grèce, la Hongrie, l'Italie, la Norwège, [...] Bas, le Portugal, la Roumanie et la Su[...] d'Héligoland et l'île de Malte, par Ma[...] Bône.

Dans le régime extra-européen, on [...] accepter également pour les îles M[...] Saint-Vincent, par la voie du câble [...] Lisbonne, pour Aden, les Indes néerl[...] le Japon, la Cochinchine française et [...]velle-Zélande.

Les télégrammes à remettre ouvert[...] pas admis, au départ, pour les destinat[...]vantes :

Dans le régime européen, la Bul[...] Grande-Bretagne, le Luxembourg, le [...]gro, la Russie, la Serbie, la Suède e[...]quie ;

Dans le régime extra-européen, l'[...] du Sud, les Indes-Britanniques, l'A[...] (Nord et Sud), l'Afrique (Est et Sud), [...]nies anglaises du Cap et de Natal, l'Off[...] Européen (Afghanistan, Béloutchistan, [...]nie), la Chine, l'Égypte, la presqu'île de [...] Penang et Singapore, la Perse et le g[...]sique.

Télégrammes personnels. — Le burea[...]vée se conforme exactement aux ind[...] suivantes, qui seraient formulées av[...]dresse : *Télégramme personnel* ou bien *r*[...] *lui-même* ou *en mains propres*. Le fac[...] devoir de ne délivrer les télégrammes [...]dresse serait ainsi formulée qu'à la [...]même dont le nom figure dans l'adre[...]

On fait signer un reçu par le des[...] l'expéditeur étant tenu de payer, [...] taxe du récépissé, et d'inscrire a[...] les mots : (avec reçu).

Télégrammes adressés télég[...]

L'indication *télégraphe restant* signi-élégramme doit être conservé au bu-légraphe pour être remis, au gui-stinataire dont l'identité a été cons-ablement.

sse d'un télégramme « télégraphe t convenue, ou abrégée, ou formu-fres ou bien en lettres, le destina-être invité à apposer sur le reçu ré-sa signature, suivie de l'indication icile.

igoureusement interdit d'employer *bureau restant*, qui ne permet pas er le service postal du service télé-

, l'expression *poste restante* doit seule vée pour désigner le guichet de la ne lieu de remise.

mes avec réponse payée. — L'expéditeur amme peut payer l'affranchissement ise. Il écrit avant l'adresse et entre s (Réponse payée) ou (RP), qu'il fait nombre de mots payés pour la ré-es indications figurent ailleurs qu'a-sse, ou si elles ne sont pas formulées française, elles sont considérées lles et non avenues.

re de mots de la réponse est illimité vice intérieur; dans le service inter-n ne peut excéder la taxe de trente le même parcours.

mes par exprès. — Lorsqu'un télé-it être, à partir du bureau d'arrivée, exprès au destinataire, on doit, dans ntérieur, inscrire avant l'adresse les *s payé* ou (XP), et faire suivre dans nom de la localité destinataire du reau télégraphique le plus voisin.

erdit, dans le service intérieur, de se scrire avant l'adresse le seul mot

diteur ou le bureau d'origine ne con-s le nom du bureau télégraphique proché de la localité du destinataire, e à inscrire dans l'adresse, après le ination, le nom du bureau chef-lieu ement ou de département auquel ce lieu.

ervice international, l'envoi par ex-ut être demandé que pour les États anisé, pour la remise des télégram-ode de transport plus rapide que la . TAXE TÉLÉGRAPHIQUE).

liteur n'a pas payé d'avance les frais mention à inscrire par lui, avant l'adresse, se compose du seul mot *exprès*.

Si l'expéditeur affranchit le transport au delà du bureau d'arrivée, *il doit payer non seulement les frais d'exprès, mais encore un accusé de réception.* Dans ce cas, il doit inscrire avant l'adresse la double indication éventuelle :

(*XP*) ou (*exprès payé*) et (*CR*).

Télégrammes par poste. — Lorsque l'expéditeur demande que son télégramme soit envoyé par la poste au lieu de destination, par les soins du bureau télégraphique d'arrivée, il le fait savoir en inscrivant avant l'adresse du télégramme l'indication éventuelle (*Poste*) ou (*PP*), si l'envoi doit avoir lieu par lettre ordinaire, ou (*Poste recommandée*), si l'expéditeur verse la taxe de la recommandation postale (Voy. TAXE).

Télégrammes avec reçu. — Voy. TAXE.

TÉLÉGRAPHE ÉLECTRIQUE. — Appareil électrique permettant de correspondre à distance. Le premier télégraphe électrique, proposé par Ampère vers 1820, se composait de galvanomètres, aussi nombreux que les lettres de l'alphabet; une sorte de clavier permettait d'envoyer le courant à volonté dans les divers appareils. Le premier télégraphe à cadran fut construit par Romalds en 1823; le télégraphe de Morse fut imaginé en 1838.

Tout appareil télégraphique comprend deux parties essentielles : le *récepteur*, qui reproduit les signaux servant à la correspondance, et un interrupteur, qui sert à envoyer le courant dans le récepteur ou à l'interrompre : c'est le *manipulateur*.

Le système d'Ampère avait l'inconvénient d'exiger un trop grand nombre de fils. Il a été simplifié à plusieurs reprises et a donné naissance à un certain nombre d'appareils à aiguille aimantée. Le plus simple est celui de Cooke et Wheatstone, qui comprend seulement une ou deux aiguilles, dont les oscillations sont limitées par de petits buttoirs. Le manipulateur est formé d'une ou deux manettes permettant d'envoyer des courants positifs ou négatifs dans les cadres des deux aiguilles. Celles-ci reproduisent les mouvements des manettes. On combine le nombre et le sens des oscillations des aiguilles pour représenter les différentes lettres. L'appareil à deux aiguilles exige deux fils de ligne.

Télégraphes à cadran.

Télégraphe de Bréguet. — L'un des systèmes les plus anciens consiste dans l'emploi d'un cadran récepteur qui porte les lettres de l'alphabet. Une aiguille, mue par le courant, par-

court le cadran en s'arrêtant un instant sur chacune des lettres transmises. Ce système a l'inconvénient de donner des signaux fugitifs, dont il ne reste aucune trace.

Récepteur. — Le récepteur du télégrapl guet (fig. 897) présente un cadran port vingt-cinq lettres de l'alphabet et une cr indique la position de repos. Sur ce



Fig. 897. — Récepteur à cadran de Bréguet.

tourne, de gauche à droite, une aiguille calée sur un même axe horizontal avec deux roues à rochet parallèles, munies chacune de treize dents, et disposées de telle sorte que les dents

de la seconde soient placées dans les vid sés par celles de la première. On voit qu unes de ces dents au centre de la figu Un mécanisme d'horlogerie command

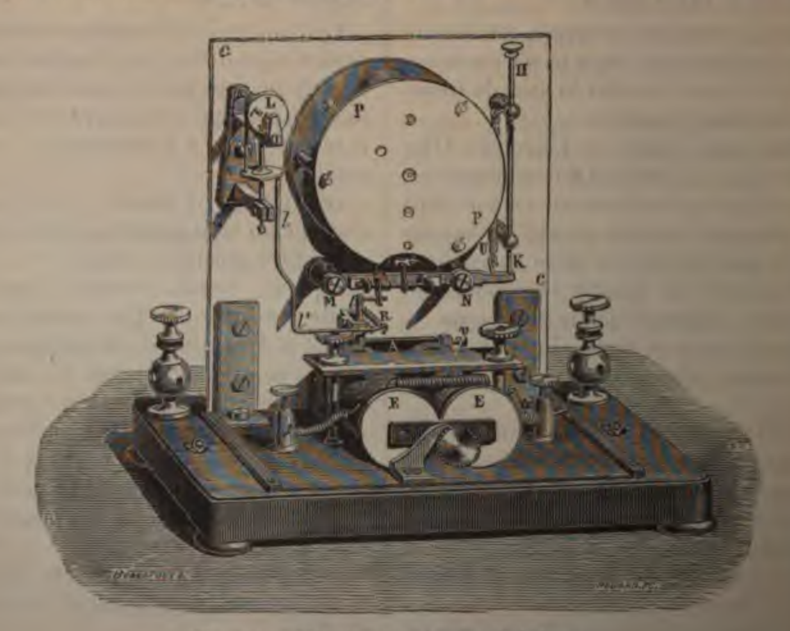


Fig. 898. — Mécanisme du récepteur de Bréguet.

horizontal et tend à entraîner rapidement l'aiguille et les roues à rochet; mais l'appareil est arrêté par une tige saillante qui, dans la position de repos, est en prise avec l'une des dents

de la roue postérieure; cette tige est l'arbre MN, qui peut tourner autour d axe. Cet arbre porte encore une fou dans laquelle s'engage le doigt horizont

rmine une tige *t*, fixée à l'armature A de l'é-
tro-aimant EE. Cette armature peut tourner
tour de l'axe *vv*, et se trouve, au repos, écar-
de l'électro-aimant par le ressort R, fixé à
tige coudée *ll'*, qui s'appuie sur une pièce L,
coupée en forme d'hélice, de sorte qu'en
urnant le bouton, qu'on voit à droite sur un
tit cadran (fig. 897), on tend plus ou moins
rtement le ressort R.

Supposons l'aiguille du cadran placée sur la
oix. Si on lance un courant dans l'électro-ai-
nt EE, la palette A est attirée; la tige *t* bas-
le en arrière; son doigt agit sur la fourchette,
la tige saillante, se déplaçant d'arrière en avant, abandonne la roue postérieure et vient se placer dans le plan de la roue antérieure. Pendant ce déplacement, le système des deux roues est rendu libre et le mécanisme les entraine ainsi que l'aiguille. Mais la tige saillante arrête bientôt la première dent de la roue antérieure qui se présente. L'aiguille a donc avancé seulement de $\frac{1}{26}$ de tour; si elle était d'abord sur la croix, elle est passée sur la lettre A, et elle reste dans cette position tant que dure l'émission de courant. Si le courant est interrompu, la palette est ramenée à sa première position par le ressort antagoniste R; la tige

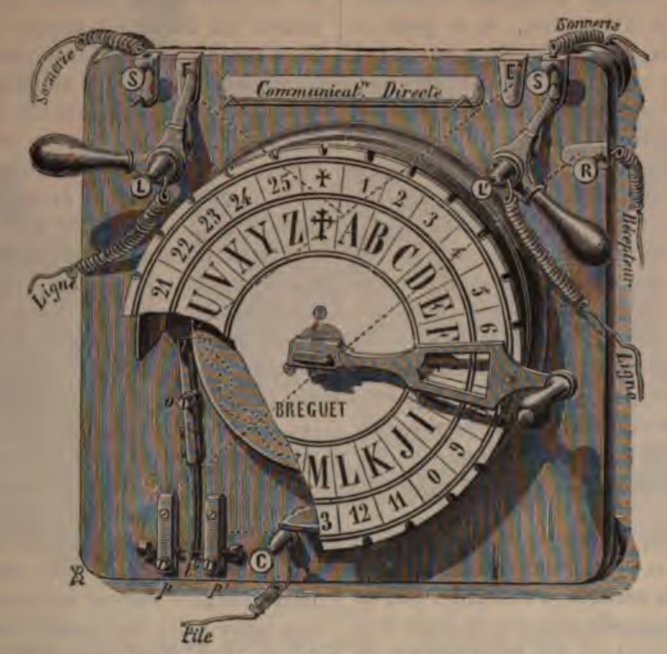


Fig. 899. — Manipulateur Bréguet à deux directions.

llante passe de la roue antérieure à la roue
térieure, et, pendant ce déplacement, elle
se échapper l'aiguille, qui avance encore de
de tour et arrive à la lettre B. Chaque émis-
n ou interruption de courant fait donc avan-
l'aiguille d'une lettre.

Manipulateur. — Le manipulateur est disposé
telle sorte que la personne chargée de trans-
ttre connaisse à chaque instant la position
l'aiguille du récepteur. Il est formé pour
d'une roue métallique pleine, dont la face
érieure porte une gorge sinueuse présentant
ize parties convexes et treize parties concaves
. 899). Cette roue est cachée par un cadran fixe, portant les mêmes signes que celui du récepteur; elle est munie d'une manivelle, ayant un doigt qui peut s'engager dans des crans disposés en regard des chiffres sur le pourtour du cadran. Un levier *ol*, mobile autour du point *o*, se termine par un appendice muni d'un galet, qui s'engage dans la rainure sinueuse de la roue, de sorte que celle-ci, en tournant, communique au levier un mouvement de va-et-vient, pendant lequel l'extrémité *l* vient butter alternativement contre les vis *p* et *p'*, suivant que le galet se trouve dans une partie concave ou dans une partie convexe. La vis *p'* est reliée par la borne C avec le pôle positif de la pile du poste, et le point *o* avec la ligne. On fait donc

passer le courant en plaçant la manivelle sur l'une des lettres A, C, E, etc., et on l'interrompt en la plaçant sur les lettres B, D, F, etc., ou sur la croix. Chaque passage ou interruption du courant fait avancer d'une lettre l'aiguille du récepteur. Il en résulte que, si les appareils sont bien en concordance, l'aiguille du récepteur suivra tous les mouvements de la manivelle du manipulateur.

En réalité, les manipulateurs employés le plus souvent sont, comme celui de la figure 899, à deux directions, et permettent de correspondre à volonté avec deux lignes différentes. Ces lignes communiquent respectivement avec les deux bornes LL', autour desquelles tournent deux interrupteurs à manette, et le point *o* est relié avec deux bornes EF. En mettant les manettes sur l'une ou l'autre de ces bornes, on correspond avec l'une ou l'autre ligne. Dans la position d'attente, on met les interrupteurs sur les bornes SS, reliées aux sonneries des deux lignes. Pour recevoir une dépêche, on met la manette correspondante sur l'une des bornes EF. Le courant de la ligne arrive au récepteur par L'E*olp*R ou par LF*olp*R, car la borne R met la vis *p* en relation avec le récepteur du poste. Enfin, on peut isoler le poste et relier directement ensemble les deux lignes, en plaçant les deux manettes sur la plaque de cuivre qui porte l'incription : *Communication directe.* On voit qu'un seul fil permet de communiquer entre deux stations, le retour se faisant par la terre.

Rappel à la croix. — Nous avons supposé le manipulateur et le récepteur en concordance parfaite, condition réalisée d'ordinaire, car, au repos, les deux appareils sont sur la croix et le récepteur reproduit tous les mouvements du manipulateur, pourvu qu'on tourne toujours la manivelle de celui-ci dans le même sens. Il peut arriver cependant que cette concordance soit détruite : il faut qu'on puisse alors ramener les deux appareils à la croix. Pour le manipulateur, il suffit de tourner la manivelle. Le récepteur porte une disposition spéciale. Le levier MN peut osciller autour de la vis M ; un ressort à boudin U maintient l'autre extrémité K appuyée contre la pointe de la pédale H, dont la tête fait saillie au-dessus de la boîte de l'appareil. Pour ramener l'aiguille à la croix, on appuie sur cette pédale. Le levier MN s'incline et met en liberté les roues à rochet, qui tournent jusqu'à ce qu'une goupille implantée dans la roue antérieure vienne rencontrer un crochet fixé au levier MN. L'aiguille est alors sur la lettre Z. On abandonne la pédale ressort U ramène le levier MN à la posit rizontale. Pendant ce déplacement, les rochet avancent d'une dent, et, lor tige saillante les arrête, l'aiguille se tro la croix.

Manipulation. — La manipulation de reil à cadran ne présente aucune dif il suffit de tourner la manivelle réguli de gauche à droite. Après la dernièr de chaque mot, on achève le tour comı l'on s'arrête sur la croix, pour marque paration. Le cadran porte toujours deı de signes, des lettres et des chiffres : p ser des lettres aux chiffres, on fait de entiers en s'arrêtant chaque fois à Pour revenir aux lettres, on fait un tou Si plusieurs groupes de chiffres se suiv cun d'eux doit être précédé de deux manivelle. A cause de sa grande si l'appareil à cadran est encore emplo fréquemment, surtout dans les gares mins de fer.

Autres télégraphes à cadran. — d'autres modèles de télégraphes à cadr un certain nombre de ces modèles, o primé le ressort de rappel de la palett cepteur, et l'on évite le réglage de ce en changeant le sens du courant à ch tre. C'est ce qui a lieu notamment télégraphe de Digney. Le levier mobil nipulateur porte un bras supplément pendiculaire au premier, et qui comm contre-temps et en sens inverse avec de la pile. Grâce à cette dispositio lettre impaire envoie un courant po que lettre paire un courant négatif. Il besoin de réglage, si ce n'est pour m sensibilité de l'appareil; mais il faut un nombre double de courants.

Le télégraphe de Lippens, en usa chemins de fer belges, emploie auss versions de courant.

Dans d'autres appareils, tels que Froment, la roue interruptrice du man tourne uniformément sous l'action d nisme d'horlogerie ; l'aiguille du réce ce mouvement, grâce aux émission ruptures alternatives du courant. Po mettre, on appuie sur les touches d' qui portent les lettres de l'alphabe touche commande un levier qui arrê tant la roue interruptrice sur la lett pondante, au moyen d'une tige l'arbre de cette roue. Des ap

sont employés en Amérique, mais la roue interruptrice est mue à bras d'homme.

Télégraphes à induction. — Il existe aussi des télégraphes à cadran qui utilisent les courants d'une petite machine magnéto-électrique. Dans le télégraphe de Wheatstone (1860), appliqué à Londres pour la télégraphie domestique, on tourne une roue qui actionne en même temps la machine d'induction et un manipulateur analogue à celui de Bréguet. Chaque fois qu'on passe d'une lettre à la suivante, on envoie un courant sur la ligne; l'aiguille du récepteur suit celle du manipulateur.

Le manipulateur Guillot (fig. 900) présente une disposition analogue. Sur le cadran qui porte les lettres tourne une manivelle M semblable à celle des appareils ordinaires, mais dont l'axe commande l'appareil magnéto-électrique par l'intermédiaire de la roue D, qui porte 130 dents, et d'un pignon de 20 dents.

Cet appareil se compose d'un fort aimant en fer à cheval dont les pôles portent quatre noyaux disposés en carré et entourés de bobines NN'. La rotation du pignon entraîne une armature AA, dont le mouvement produit dans les bobines des courants alternatifs. Lorsque la



Fig. 900. — Manipulateur Guillot.

manivelle avance d'une lettre (1/26 de tour), l'armature fait 1/4 de tour. Chaque lettre donne donc une émission.

L'axe de la manivelle porte, en outre, une sorte de bobine *abc*, mobile à frottement doux, et reliée avec la ligne.

Lorsque la manivelle se soulève pour passer d'une lettre à une autre, le ressort U pousse cette bobine, dont la rondelle inférieure vient toucher la vis *v*, reliée au fil des bobines ; le courant est lancé dans la ligne. Lorsque la manivelle M s'arrête sur une lettre, la goupille *gg* appuie sur la rondelle supérieure de la bobine, la fait descendre et met la rondelle inférieure en communication par le ressort *x* avec le récepteur du poste et la terre. On peut donc recevoir sur toutes les lettres.

Le récepteur est modifié pour fonctionner avec des courants alternatifs : une armature aimantée, en forme de fer à cheval, oscille entre deux électro-aimants à pôles opposés. Il n'y a donc pas de ressort et par suite de réglage.

Le télégraphe de Siemens, qui fait usage d'une petite machine du même inventeur, transmet facilement à 300 kilomètres.

Télégraphes imprimant des signaux conventionnels.

Télégraphe Morse. — L'appareil Morse traduit les lettres de l'alphabet, les chiffres et les signes de ponctuation à l'aide de deux signaux élémentaires, un *point* et un *trait*. Le trait doit avoir trois fois la longueur du point. Les signaux d'une même lettre, traits ou points, sont séparés par un intervalle égal à un point ; les

lettres sont séparées par la longueur de trois points et les mots par un intervalle égal à cinq points.

ALPHABET

LETTRES	SIGNAUX	LETTRES	SIGNAUX
a	· —	*n*	— ·
ä	· — · —	*ñ*	— — · — —
b	— · · ·	*o*	— — —
c	— · — ·	*ö*	— — — ·
ch	— — — —	*p*	· — — ·
d	— · ·	*q*	— — · —
e	·	*r*	· — ·
é	· · — · ·	*s*	· · ·
f	· · — ·	*t*	—
g	— — ·	*u*	· · —
h	· · · ·	*ü*	· · — —
i	· ·	*v*	· · · —
j	· — — —	*w*	· — —
k	— · —	*x*	— · · —
l	· — · ·	*y*	— · — —
m	— —	*z*	— — · ·

CHIFFRES

CHIFFRES	SIGNAUX	CHIFFRES	SIGNAUX
1	· — — — —	*7*	— — · · ·
2	· · — — —	*8*	— — — · ·
3	· · · — —	*9*	— — — — ·
4	· · · · —	*0*	— — — — —
5	· · · · ·	*/*	— · · — ·
6	— · · · ·		

SIGNES DE PONCTUATION ET INDICATIONS DE SERVICE

PONCTUATION ET INDICATIONS	SIGNAUX
Point.................. (.)	· · · · · ·
Point et virgule .... (;)	— · — · — ·
Virgule .... (,)	· — · — · —
Guillemets avant et après le passage. .... (« »)	· — · · — ·
Deux points........... (:)	— — — · · ·
Point d'interrogation ou demande de répétition d'une transmission non comprise (?)	· · — — · ·
Point d'exclamation..... (!)	— — · · — —
Apostrophe............ (')	· — — — — ·
Alinéa......................	· — · — · ·
Trait d'union........... (-)	— · · · · —
Parenthèse avant et après les mots................ (...	— · — — · —
Souligné avant et après les mots ou le membre de phrase....	· · — — · —
Signal séparant le préambule des indications éventuelles, les indications éventuelles de l'adresse, l'adresse du texte, le texte de la signature.....	— · · · —
Appel préliminaire de toute transmission...............	— · — · —
Compris ou réception.........	· · · — ·
Erreur......................	· · · · · · · ·
Fin de la transmission	· — · — ·
Attente.....................	· — · · ·
Invitation à transmettre......	— · —
Réception terminée	· · · — · —

Aux personnes désireuses d'apprendre l'alphabet Morse, nous conseillerons de grouper les lettres méthodiquement, en étudiant d'abord celles composées uniquement de points, puis celles ne contenant que des traits; la lettre É est la seule formée de cinq caractères; quant aux autres, elles ont toutes un inverse, c'est-à-dire qu'en remplaçant dans une de ces lettres les traits par des points et réciproquement, on obtient une autre lettre; ainsi N est l'inverse de A, W est l'inverse de D, P est l'inverse de X et ainsi de suite.

Récepteur. — Le récepteur chargé d'enregistrer ces signaux se compose d'un électro-aimant vertical, qui attire une armature rectangulaire P, fixée à l'extrémité d'un levier AB (fig. 901). Ce levier, mobile autour de l'axe O, est maintenu par un ressort antagoniste R, dont on règle la tension à l'aide de l'écrou E. Sa course est limitée par les deux buttoirs VV'. L'extrémité A porte une lame d'acier recourbée C, appelée *couteau*, soumise à l'action d'une vis de réglage U. Au-dessus du couteau se déplace d'un mouvement uniforme une bande de papier entraînée par un mécanisme d'horlogerie. Cette bande est emmagasinée sur un rouet placé au-dessus de l'appareil (fig. 902); elle s'engage entre les branches d'une fourchette F et passe sous la gorge d'une poulie G à joues mobiles; ce sont les *guide-papier*. Elle passe ensuite entre le couteau et la molette M, enduite d'encre grasse, puis elle s'engage dans une sorte de laminoir formé par les deux *cylindres d'entraînement* NN'. Le cylindre N est mû par le mécanisme : la rotation de N' est due à sa pression contre N, pression qui est produite par le ressort S, sur lequel s'appuie la pointe de la vis H ; une manette permet de soulever le cylindre N' et de dégager la bande de papier, qui n'est plus entraînée. La molette M est mue, comme le cylindre N, par le mouvement d'horlogerie; au-dessus d'elle se trouve un tampon en drap T, imbibé d'encre oléique, que le frottement sur la molette fait tourner en sens inverse et qui maintient la circonférence de celle-ci constamment encrée. Le levier Z sert à arrêter le mécanisme. La bande se déroule d'environ 1,5 m. par minute. La fig. 902 montre l'ensemble du récepteur Morse.

L'électro-aimant est relié d'une part à la ligne, de l'autre à la terre. Lorsqu'il est traversé par un courant, il attire l'armature P; le levier AB s'incline et le couteau C appuie le papier contre la molette M, qui trace un trait continu tant que le courant passe. Quand le co

ompu, le couteau s'abaisse, et le papier oit plus de tracé. Pour obtenir les signaux lphabet Morse, il suffit donc de produire des passages et des interruptions de courant parfaitement réguliers.

Manipulateur. — Le manipulateur destiné à

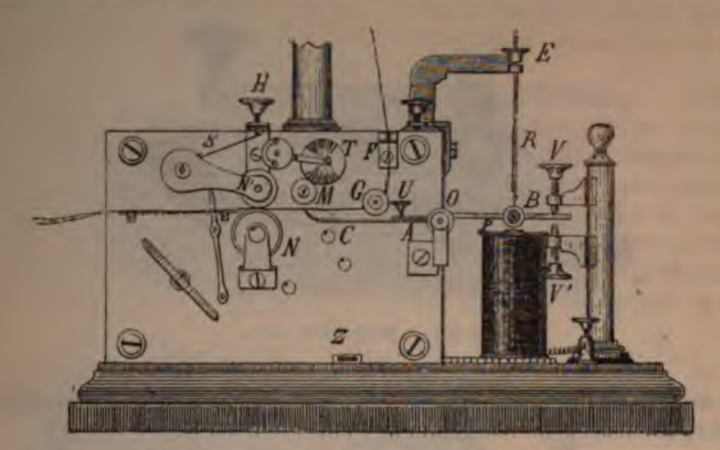


Fig. 901. — Récepteur Morse (détails du mécanisme).

age est extrêmement simple. Il se comd'un levier horizontal ll' tournant autour n milieu (fig. 903); l'extrémité l porte une vis de réglage V, l'extrémité l' un bouton de bois ou de corne. Au repos, la pression du ressort R appuie la vis V sur la pièce p, qui

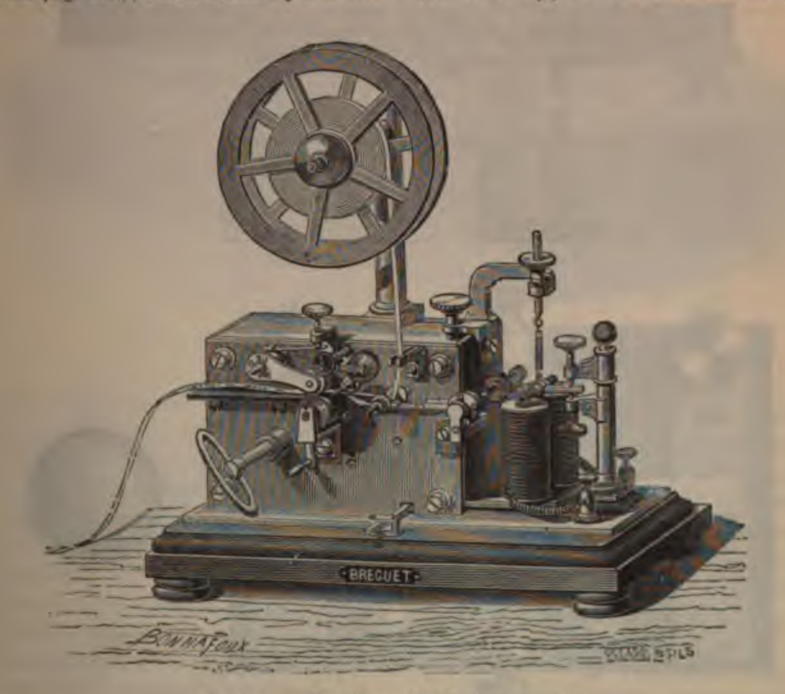


Fig. 902. — Vue d'ensemble du récepteur Morse.

iée au récepteur du poste. L'axe de rotaant en communication permanente avec e, l'appareil se trouve disposé pour la rén. Lorsqu'on veut transmettre, on appuie le doigt sur le bouton de bois, de façon à faire communiquer l'extrémité l' avec la borne p', qui est reliée au pôle positif d'une pile, unie à la terre par l'autre pôle. Le courant passe alors

par $p' l'$, suit la ligne jusqu'à l'autre poste et passe par pl au récepteur. Dès qu'on cesse d'appuyer sur le bouton, le courant est interrompu et la molette du récepteur cesse de cer un trait.

Appareils allemands. — Le télégraphe M



Fig. 903. — Manipulateur Morse.

a reçu bien des modifications. On emploie encore quelquefois en Allemagne des récepteurs à pointe sèche. C'est la disposition primitive i ginée par Morse.

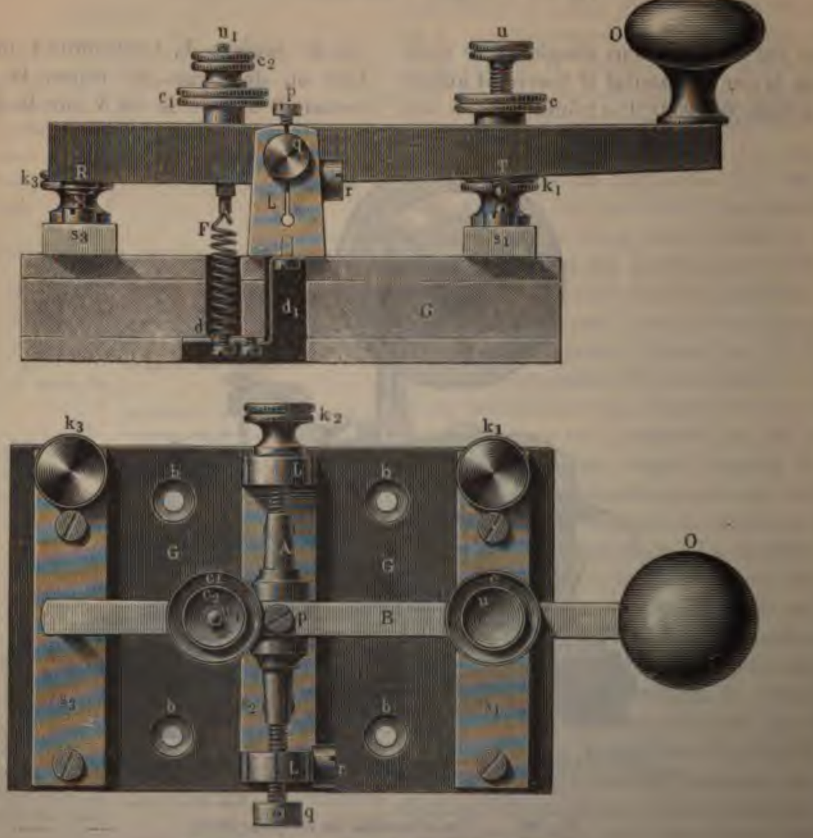


Fig. 904. — Manipulateur Morse (modèle allemand).

L'extrémité du couteau, appuyant fortement sur la bande de papier, produit un gaufrage, dont la lecture est souvent assez pénible, soit parce qu'il n'est pas très accentué, soit p que la bande est mal éclairée.

Dans les manipulateurs allemands (fig.

glage se fait par le contact T de l'enclume ieure, qui termine une vis u munie d'un e-écrou. Le contact de l'enclume posté- e R est fixe. Le ressort F, en forme de spi- est placé en arrière du massif central et par traction ; on règle sa tension à l'aide vis u_1.

maison Siemens et Halske construit des teurs à encre (fig. 905), dans lesquels le let T du mouvement d'horlogerie est placé a platine antérieure de l'instrument. Le r de la palette est au contraire enfermé que entièrement dans l'intérieur de la cage ; ue le courant passe, le levier soulève la molette, dont la partie inférieure plonge sans cesse dans un réservoir rempli d'encre oléique, et la presse contre le rouleau O_2, sur lequel passe la bande de papier. Le rouet est placé dans un tiroir disposé sous le socle de l'instrument.

Télégraphe Estienne. — Plusieurs inventeurs ont modifié le télégraphe Morse dans le but : 1° d'augmenter le rendement en produisant les traits par des émissions de courant aussi brèves que pour les points ; 2° de faciliter la lecture des signaux en les produisant transversalement à l'aide de deux styles différents, donnant des traits de longueur inégale, ce qui évite beau-

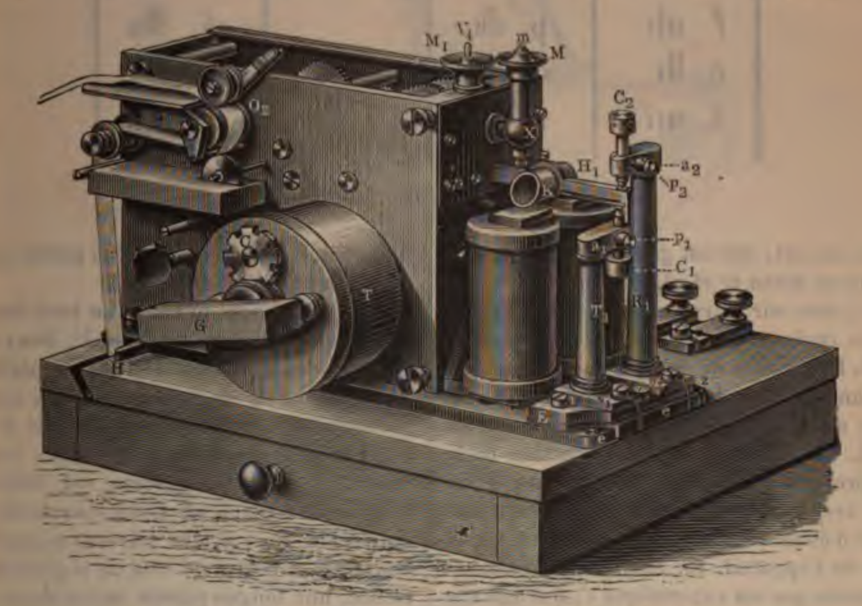


Fig. 905. — Récepteur Morse (modèle Siemens et Halske, de Berlin).

d'erreurs ; 3° d'adapter l'appareil Morse ignes souterraines ou sous-marines à lon- istance, les courants ayant tous une durée et très courte, ce qui permet de déchar- ligne plus facilement.

ns l'appareil Estienne, les points et les de l'alphabet Morse sont remplacés par traits d'inégale longueur, le premier étant é plus court que le second (Voy. page 766, 96). Ces deux espèces de signaux sont en- rés perpendiculairement à la bande de r. Les deux sortes de traits étant tracées eux styles différents, leur longueur est ument invariable. La cadence, si difficile enir dans la manipulation du télégraphe , n'a plus besoin d'être observée. Le ren- nt est augmenté, la formation du trait n'exigeant pas plus de temps que celle du point. Enfin la lecture est rendue plus rapide par la concentration des signaux sur un plus petit espace.

M. Estienne a imaginé de plus une sorte de sténographie qu'il applique à des abréviations, et qui consiste à donner aux deux espèces de signaux une épaisseur double ou triple, en prolongeant plus ou moins longtemps le contact du manipulateur.

Récepteur. — Le récepteur Estienne comprend, comme le Morse, un mouvement d'horlogerie et un organe électrique. Le mouvement d'horlogerie, protégé par une cage métallique, entraîne la bande de papier, qui est enroulée sur un rouet, fixé lui-même sur la table de l'appareil. La bande de papier passe d'abord dans une chape, où elle est légèrement pressée par

Alphabet

Chiffres

Fig. 906.

un petit ressort; elle est guidée ensuite par les rouleaux en laiton p^1 et p^2, puis par le rouleau d'acier v, fous sur leurs axes (fig. 907), et passe entre les rouleaux DD', qui produisent l'entraînement. Le premier de ces rouleaux est mû par le mécanisme d'horlogerie; le second est fou sur son axe d^2, qui est fixé à l'extrémité d'un levier E. Un ressort e^2, soumis à l'action de la vis de pression E^2, maintient le rouleau D' en contact avec D. Le papier passe ensuite sur une tablette d'ébonite P', fixée latéralement sur la platine de l'appareil. En abaissant la manette E', terminée par un excentrique e', qui agit sur la goupille e, implantée latéralement sur le levier E, on relève ce levier et le rouleau D', et l'on arrête la marche de la bande de papier.

Le mécanisme est mis en marche ou arrêté par un levier placé sur la table de l'appareil, comme dans le Morse.

Les signaux sont enregistrés par deux plumes donnant l'une le trait, l'autre le demi-trait, et qui ne diffèrent que par la longueur des becs. Ces plumes JJ' sont formées chacune d'une sorte de petite palette se prolongeant par une queue, et portant vers le bas, à chaque extrémité, une charnière dans laquelle passe un petit axe rivé aux deux bouts sur une autre palette ou couvercle, qui est évidé vers le bas et porte une sorte de fenêtre laissant passer une lame de cuir placée entre les deux palettes. L'encre s'élève ainsi par capillarité jusqu'au bec de la plume, à partir du réservoir demi-cylindrique M, dans lequel plonge la partie inférieure des plumes à l'état de repos.

Les plumes sont montées au bout des leviers K, tournant autour des axes k^2. Deux tiges k' portent des goupilles k^2, qui empêchent les porte-plume K de sortir de leurs axes. Ces porte-plume sont munis de goujons k^3, contre lesquels peuvent butter les branches de la fourchette N, dont la course est limitée par les vis de réglage n^2. Cette fourchette tourne autour de l'axe n, qui traverse complètement l'appareil et porte, du côté de la platine postérieure, une longue palette en fer doux qui sert d'armature à l'électro-aimant et s'incline d'un côté ou de l'autre, suivant que l'électro reçoit un courant positif ou négatif. La fourchette tourne alors et vient butter contre l'un des goujons k^3; la plume correspondante se soulève et presse le papier contre le rouleau v; un trait ou un demi-trait se trouve marqué, suivant le sens du courant.

L'électro-aimant, fixé sur la platine postérieure, est formé de deux bobines verticales, réunies en haut par une culasse. Les noyaux se prolongent vers le bas et portent des plaques polaires, qu'on peut, à l'aide de vis, éloigner plus ou moins de la palette oscillante. Les fils des bobines sont enroulés de telle sorte que la palette est attirée par la plaque de gauche et repoussée par celle de droite lorsqu'on lance un courant positif; elle est déviée en sens contraire par un courant négatif.

ıalette est toujours ramenée dans sa po- médiane par l'attraction d'un aimant en cheval placé au-dessous du socle. L'un)les de cet aimant porte un curseur en miné par un biseau; on fait glisser cette ;usqu'à ce que ce biseau se trouve exacte- :n regard de la partie inférieure de la pa-]ui se termine elle-même en biseau. ıqu'on ne se sert plus de l'instrument, une armature de fer doux, commandée par le levier d'arrêt du mécanisme, réunit les deux pôles de l'aimant et supprime son action.

Le levier d'arrêt sert encore à réunir la ligne soit avec la sonnerie, soit avec le récepteur. Au repos, l'appareil est sur sonnerie; en déclenchant le mécanisme, on le met sur récepteur.

Réglage. — Le réglage du récepteur com-

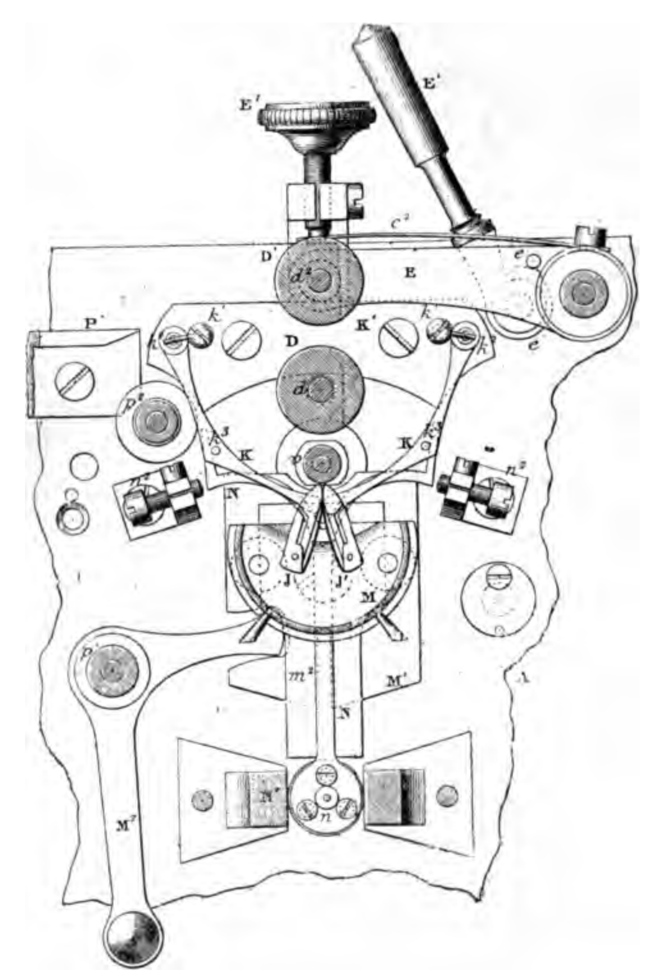
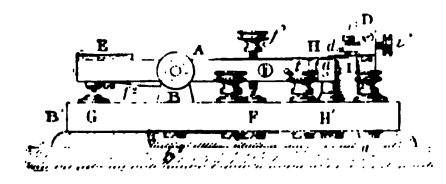


Fig. 907. — Mécanisme du récepteur Estienne. (Figure empruntée à la *Publication industrielle des machines, outils et appareils* de M. Armengaud aîné.)

trois opérations : 1° obtenir la ligne de lence, c'est-à-dire déplacer le rouleau *v* ı ce que, le papier étant immobile, un t un demi-trait, tracés par les deux plu- e superposent exactement; 2° amener la : dans une position bien verticale en dépla- curseur de l'aimant de réglage; 3° régler tion des vis de buttée n^2, pour empêcher mes d'arrêter le papier, dans le cas d'un courant trop fort, et limiter le jeu de la fourchette N.

Manipulateur. — Le manipulateur Estienne est un inverseur à deux leviers, qui permet d'envoyer sur la ligne des courants positifs ou négatifs, suivant qu'on abaisse l'un ou l'autre levier. Les deux leviers en laiton AA' (fig. 908) peuvent tourner autour d'axes en acier, fixés sur le support B. Chaque levier est divisé en deux par-

ties par une pièce isolante t. Au-dessus des extrémités isolées aa' se trouvent des lames d'acier très flexibles dd', fixées au support D, et qu'on peut abaisser plus ou moins à l'aide des vis de réglage d^3. A l'autre extrémité, les leviers AA' portent des touches en ébonite EE', séparées par un intervalle de 1 millimètre. Au repos, les leviers, sous l'action de leur poids et des ressorts f^2, s'appuient sur les enclumes FF' par la pointe des vis de réglage ff'.



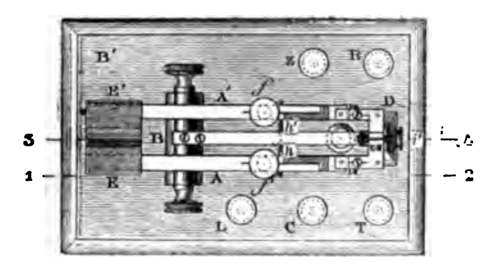


Fig. 908. — Manipulateur Estienne. (Figure empruntée à M. Armengaud aîné.)

Entre les deux leviers se trouve une lame H tournant également autour du support, et reposant par l'autre extrémité sur un plot H'. Quand on appuie sur l'une des touches EE', la lame H se trouve soulevée par un des goujons hh', et vient butter contre un bourrelet platiné appartenant à une lame I, fixée également sur le support D et dont on règle la position par la vis i'.

La tablette B' porte encore cinq bornes L, C, Z, T, R, reliées respectivement avec la ligne, les deux pôles de la pile, la terre et le récepteur. La borne L communique en outre avec le pont B, les bornes C et Z avec les enclumes G et G', la borne T avec le support D et la borne R avec le plot H'. Enfin les parties isolées aa' des leviers portent des fils enroulés en spirale et aboutissant aux deux bornes C et Z.

Si l'on presse la touche E, la lame H est soulevée par le goujon h, et la ligne se décharge à la terre par LBAHIDT. Cette lame dépasse ensuite le bourrelet du ressort I et interrompt le circuit précédent. Le levier A butte ensuite contre l'enclume G, la partie isolée a vient toucher la lame d, et un courant négatif passe par ZGABL et la ligne au récepteur de l'autre poste, puis revient par la terre en TDdaC au pôle positif. Si l'on abandonne ensuite la touche E, la lame H, retombant avec le levier A, rencontre encore le bourrelet I, et la ligne se décharge de nouveau.

Lorsqu'on agit sur la touche E', on lance de même un courant positif.

La décharge à la terre n'est utile que pour les lignes souterraines ou sous-marines : pour les lignes aériennes, on peut supprimer la lame I.

Rendement et avantages de ce système. — L'appareil Estienne supprime les erreurs de lecture, les fausses interprétations de signaux dues à une manipulation défectueuse ou à un mauvais réglage du récepteur, erreurs qui, lorsqu'elles ne causent pas de graves préjudices, peuvent au moins retarder la remise à domicile des télégrammes. Avec le manipulateur Morse, on peut, si les points et les traits ne sont pas parfaitement réguliers, confondre les uns avec les autres; tout le monde connaît l'exemple cité par nombre d'auteurs du mot *décédé* substitué au mot *décoré*, erreur assez fréquente pour avoir motivé, il y a quelques années, une circulaire administrative.

D'après l'auteur, tout télégraphiste connaissant l'appareil Morse peut, en quelques heures, apprendre à manipuler cet appareil. La production du travail étant plus grande et donnant lieu à moins de fatigue et à moins d'erreurs, le télégraphe Estienne convient parfaitement aux bureaux secondaires. La portée télégraphique, c'est-à-dire la marche en ligne sans relais intermédiaires, dépasserait de plus de moitié celle des autres systèmes.

Enfin la manipulation ordinaire pourrait être supprimée par l'application de la transmission automatique. Dans le système Wheatstone, le point s'obtient avec deux courants alternés et le trait avec quatre courants, dont deux de compensation. Un seul courant bref étant nécessaire pour reproduire l'un ou l'autre signal de la nouvelle écriture, le nombre des émissions de courants serait, avec le nouveau système, réduit de près des deux tiers dans la transmission automatique. Le rendement serait donc augmenté. En outre, le collage des bandes sur les copies rendrait le système beaucoup plus pratique, d'abord par la suppression de la traduction des télégrammes de transit, ensuite par la facilité donnée à la traduction des autres. (MONTILLOT, *la Télégraphie actuelle*.)

Télégraphe Morse à deux styles, système Hérodote. — Le système exposé par M. Héro-

en 1889 diffère du précédent et des mo- analogues en ce qu'il utilise les récep- Morse déjà existants. La dépense d'ins- ion se trouve ainsi diminuée et l'appareil transmettre à volonté soit des signaux ordinaires, soit des caractères transver-

epteur. — Pour transformer un récepteur en un appareil à deux styles, il faut ajou- x organes ordinaires un aimant A, un élec- mant E¹, une armature polarisée a^1 mo- utour d'un axe d^1, et un couteau supplé- aire l^1 fixé au même axe (fig. 909). La antérieure de l'axe d^1 est en laiton; la postérieure est en fer doux, comme l'ar- re a_1; ces deux pièces reçoivent une ai- mantation permanente par la vis V¹ et l'aimant A. Le couteau l et l'armature a ordinaires tournent autour de l'axe d. L'oscillation des leviers est limitée par les vis vv, v^1 v^1, qui se règlent au moyen des ressorts r et r^1.

L'impression est produite par cinq molettes m semblables à la molette ordinaire. L'électro-aimant supplémentaire E¹ est enroulé de manière à n'attirer l'armature polarisée que lorsqu'il est parcouru par un courant négatif. Si donc on lance des courants toujours positifs, l'armature a est seule attirée, et l'on imprime des caractères ordinaires. Il faut alors produire des émissions d'inégale longueur pour les points et les traits. Si l'on envoie, au contraire, des courants tous de même durée, mais

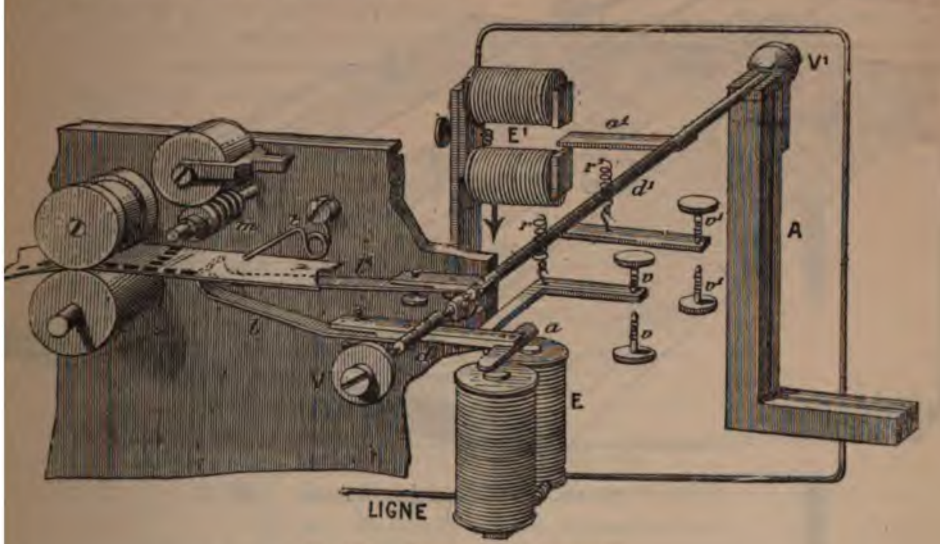


Fig. 909. — Récepteur Morse-Hérodote.

e variable, les courants positifs agissent ent sur l'armature a; les courants néga- ulèvent les deux couteaux ll^1 et produi- inq petits signaux parallèles qui repré- t un trait transversal.

ipulateur. — Le manipulateur doit être é pour donner à volonté des courants po- ou négatifs. Il est formé de deux lames es L¹ L² (fig. 910), communiquant avec la et la terre, et d'une troisième lame R uniquant avec L¹ par la pièce métallique lames L¹L² portent deux doigts DD¹, le r en métal, le second isolant, qui s'a- t au-dessus du ressort R, sans le toucher a position de repos. Trois ponts, termi- r des vis B¹, B², B³, seules figurées, li- la course des trois lames, au-dessous desquelles se trouvent trois plots C¹, C², C³. Le pôle positif de la pile est relié aux bornes C¹ C³, le pôle négatif à la borne C² et à la vis B³. La vis B² est en communication avec le récepteur du poste. Quand on appuie sur la lame L¹, on lance dans la ligne un courant positif; le doigt D abaisse le ressort R, sans lui faire toucher C² : le récepteur est donc isolé; enfin le pôle négatif reste en communication avec la terre par B³L². Si l'on appuie sur le ressort L², on envoie à la terre le courant positif, tandis que la ligne est reliée au pôle négatif par C² et par le ressort R, qu'abaisse la tige D¹.

Manipulation et avantages. — Pour transmettre des signaux Morse ordinaires, on se sert seulement de la lame L¹. Avec les traits transversaux, le rendement dépasse de huit ou dix

télégrammes à l'heure celui des appareils ordinaires. Avec une installation en duplex, le bénéfice serait double.

De plus, on sait qu'en France les bureaux municipaux sont associés deux à deux et reliés par un même fil au bureau principal. Pour appeler l'un ou l'autre à volonté, on fait usage d'un *rappel* (Voy. ce mot). L'appareil Hérodote permettrait de supprimer ces instruments, qui sont toujours fort délicats.

Enfin ce télégraphe est tellement simple que tous les opérateurs *morsistes* peuvent le régler et le lire sans aucune étude préalable, et qu'il leur suffit de quelques quérir une bonne man

Télégraphes él

Certains modèles de décompositions électrol signaux Morse sur la ba le papier conducteur en solution concentrée de La substance électrolysé cyanure de potassium, q courant, donne du bleu d d'une pointe de fer, et du

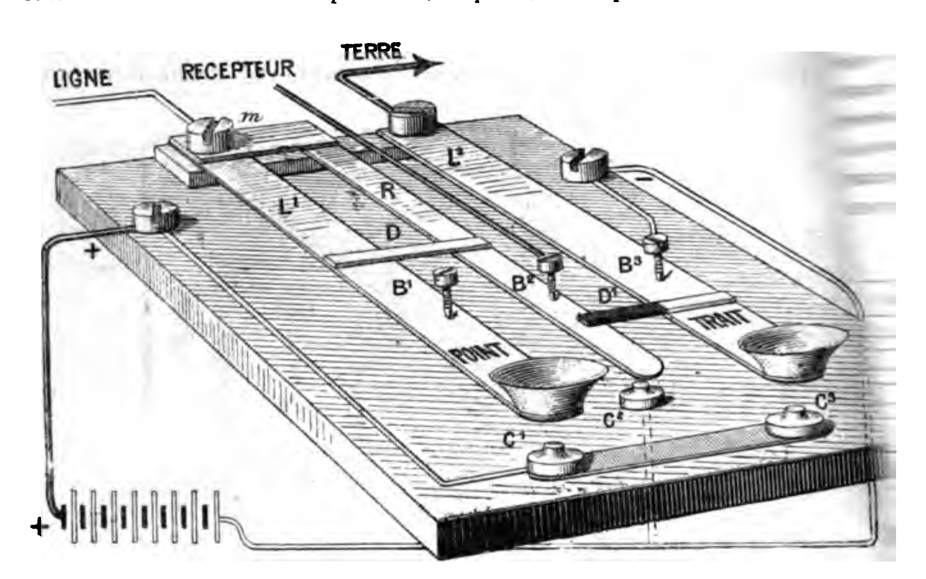


Fig. 910. — Manipulateur Morse-Hérodote.

tassium et de cuivre avec une pointe de cuivre.

L'appareil de M. Bain diffère peu d'un Morse ordinaire. Il faut environ quinze éléments Daniell pour la décomposition.

Les télégraphes de M. Goodspeed et de MM. Chauvassaigne et Lambrigot, décrits au paragraphe suivant, sont aussi des appareils électro-chimiques.

Télégraphes automatiques.

Appareil rapide. — On a essayé d'augmenter le rendement du Morse en confiant la transmission des dépêches, préalablement imprimées en local avec des signaux ordinaires, à un appareil automatique fonctionnant avec une grande rapidité. Tel est le principe de l'*appareil rapide*, imaginé par MM. Chauvassaigne et Lambrigot et essayé au bureau central de Paris vers 1867.

La dépêche est d'abord compo sur une bande de papier métalli d'un vernis isolant. On emploie p appareil Morse dont la molette est par un réservoir rempli de résine une température convenable.

La bande ainsi préparée est plac mécanisme à déroulement, réglé à convenable. Un stylet qui appuie sur envoie le courant à la terre, quand la partie conductrice, et sur la ligne, est en contact avec les signaux isolant

A l'arrivée, la dépêche est tracée ch ment.

Télégraphe Goodspeed. — Dans l'app M. Goodspeed, un perforateur perce la de papier de manière à produire les Morse ordinaires, mais les points et les produits par deux poinçons différents,

sur deux lignes parallèles. Cette bande est e dans un transmetteur, où elle passe entre ylindre relié au sol et deux ressorts com- iquant l'un avec le pôle positif d'une pile, re avec le pôle négatif d'une autre pile, les es pôles de ces piles étant reliés à la terre. points envoient donc des courants d'un ain sens, les traits des courants de sens con- e. Le récepteur porte une bande de papier tro-chimique passant sous deux pointes de très voisines, dont l'une ou l'autre produit racé, suivant le sens du courant. Les points s traits sont donc imprimés, non en ligne te, mais sur deux lignes parallèles.

élégraphe Wheatstone. — La dépêche est ord composée à l'aide de trous pratiqués s une bande de papier par le *perforateur*. e bande est ensuite placée dans le *trans-* *eur* ; les trous sont traversés, suivant l'or- dans lequel ils se présentent, par des ai- guilles qui envoient sur la ligne les courants nécessaires à la reproduction des signes dans

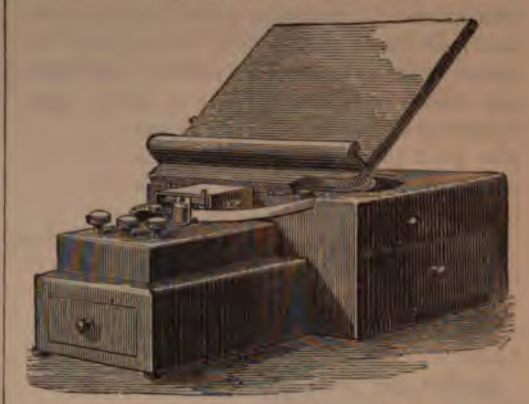


Fig. 911. — Perforateur du télégraphe Wheatstone.

le *récepteur*, qui est approprié à ce genre de transmission.

Emission négative directe
Emission positive de compensation
Emission positive de compensation
Emission positive directe
Emission négative de compensation
Emission négative de compensation
Emission négative directe
Emission positive directe
Emission négative directe
Emission positive de compensation
Emission positive de compensation
Emission positive directe
Emission negative directe
Emission positive directe
Emission négative de compensation
Emission négative de compensation
Emission négative directe
Emission positive de compensation
Emission positive de compensation
Emission positive directe
Emission négative directe
Emission positive directe
Emission négative directe

Fig. 912. — Vue d'une bande perforée et des signaux Morse correspondants.

forateur. — La dépêche à composer est e sur un pupitre, devant lequel se trouve le perforateur (fig. 911) formé d'une boîte en cuivre dans laquelle se meuvent trois pistons

agissant sur autant de leviers disposés en face d'emporte-pièce, qui donnent des trous de deux dimensions. Ces poinçons percent la bande suivant trois lignes parallèles à sa longueur. Le piston de gauche donne les points, représentés par trois trous placés sur une même ligne transversale, celui du milieu étant plus petit que les deux extrêmes. Le piston de droite traduit les traits à l'aide de quatre trous, deux petits sur la ligne médiane et deux plus grands en diagonale. Enfin le piston central donne un petit trou sur la ligne médiane, ce qui représente un blanc.

Quelles que soient les combinaisons de signaux transmises, on voit que la ligne médiane présente une série continue de petits trous équidistants, les plus grands trous étant disposés irrégulièrement de part et d'autre. La figure 912 montre l'aspect d'une bande perforée portant le mot *art*, ce mot commençant à la partie inférieure. Les trous de faible diamètre situés sur la ligne centrale servent seulement, dans le perforateur et dans le transmetteur, à faire avancer la bande de papier. A cet effet, une petite roue dentée, commandée par un cliquet soumis à l'action des pistons par l'intermédiaire d'un système de leviers coudés, s'engage dans ces trous et fait avancer la bande. Des guides la dirigent.

Pour composer les dépêches, le télégraphiste tient dans chaque main un petit maillet et frappe sur les pistons. Dans les bureaux possédant des tubes pneumatiques, on a supprimé cette manœuvre, qui est très pénible, en utilisant les réservoirs d'air comprimé. On adapte alors aux perforateurs des claviers à trois touches. Quand on abaisse une des touches, l'air comprimé agit sur le piston correspondant.

Transmetteur. — Les bandes perforées sont ensuite placées sur le transmetteur, qui est mû par un mouvement d'horlogerie à poids. Une roue dentée, commandée par ce mécanisme, pénètre dans les perforations médianes de la bande et la fait avancer.

Le même mécanisme communique, par l'intermédiaire d'un excentrique et d'une bielle, un mouvement continu de va-et-vient à un balancier d'ébonite EE (fig. 913), muni de deux goupilles métalliques *ff'*, qui font saillie en avant de la platine antérieure par des ouvertures disposées à cet effet. Ces deux goupilles communiquent toutes deux avec la ligne, la première directement, la seconde à travers une résistance considérable. Deux leviers coudés AB, CD, mobiles autour des vis UV, sont maintenus appuyés contre ces goupilles par les ressorts RR', et portent deux aiguilles FF' qui vont en s'écartant et ont leurs pointes au-des-

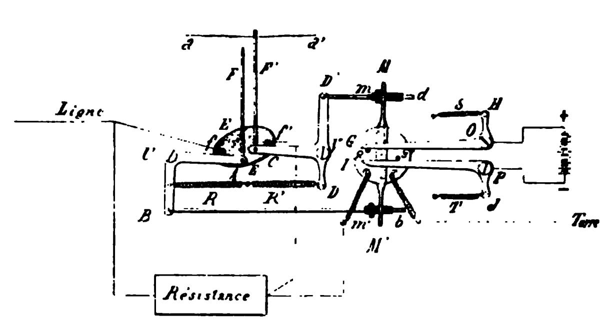


Fig. 913. — Mécanisme du transmetteur.

sous des deux lignes de gros trous de la bande perforée qui passe en *aa'*. Les deux leviers coudés portent en outre en B et D' deux tiges munies de manchons *mm'*, qui pénètrent dans les ouvertures d'une pièce MM', fixée à un cercle G, partagé en deux parties égales par une bande isolante.

Le disque G, qui sert d'inverseur, participe au mouvement d'oscillation du balancier EE. En effet, si le balancier s'abaisse vers la gauche, comme le montre la figure, la goupille *f* appuie sur la branche AU du levier correspondant, et le manchon *m'* est attiré vers la gauche. En même temps, les ressorts RR' attirent de même la branche VD vers la gauche, la branche VD s'incline vers la droite, et le manchon *m* pousse du même côté la pièce M et par suite le cercle G. Lorsque le balancier s'incline vers la droite l'effet inverse se produit : le manchon *m* est attiré vers la gauche, et le manchon *m'* pousse la pièce M' vers la droite. Le disque G reçoit donc un mouvement d'oscillation.

Les deux segments isolés du disque portent des goupilles *gg'*, sur lesquelles appuient les leviers coudés GH, IJ, mobiles autour des vis O et P, et maintenus en contact par les ressorts ST. Les deux axes O et P communiquent avec les deux pôles d'une pile, et les deux segments du cercle G, l'un avec la terre, l'autre avec la ligne. Les oscillations du disque mettent les goupilles *gg'* en contact alternativement avec chacun des leviers GH, IJ, et par suite avec chacun des pôles, ce qui produit les inversions. Sur la figure, le pôle négatif est relié à la terre, le pôle positif à la ligne, d'une part à travers l

nce, de l'autre par f', CD, R'R, BA et f.
disque bascule, c'est le contraire qui a

autre côté, le mouvement oscillatoire du
cier est transmis aux aiguilles FF', pla-
u-dessous de la bande de papier. Si l'une
, F' par exemple, rencontre une perfora-
elle la traverse, et le levier CD ne cesse
'appuyer sur la goupille f'. Si, au con-
l'aiguille F' se trouve en regard d'une
non perforée, elle est arrêtée dans son
ement d'ascension, et, le balancier conti-
à osciller, le levier CD ne touche plus la
le f; le contact est rompu en ce point.
voit que six cas peuvent se présenter. Si
upilles f et f' touchent les leviers AB et
courant va à la ligne en même temps
résistance et par les leviers AB et CD.
une émission directe. Elle est positive ou
ve, suivant la position du disque commu-
. L'émission positive directe commence
es signaux.
une des goupilles ff' ne touche pas le le-
orrespondant, le courant ne se rend à la
qu'à travers la résistance : on obtient un
nt dit *de compensation*, destiné à prolon-
ction d'un courant précédemment émis ;
positif ou négatif suivant la position du
utateur. Les courants de compensation
oduisent aucun effet sur le récepteur, car
nt trop faibles pour déplacer la molette.
missions directes ont lieu quand les ai-
s traversent les perforations; lorsqu'au
aire elles rencontrent la bande de papier,
tient des courants de compensation.
epteur. — Le récepteur est un Morse mo-
dont l'organe électromagnétique est un
e électro-aimant à armature polarisée,
onnant à peu près comme les rappels
aimant. Cet organe est formé de deux bo-
verticales AB dont les noyaux portent
eux extrémités des pièces polaires P_1, P_2,
très rapprochées (fig. 913). L'enroulement
l que les pôles voisins P_1 et P_2, P_3 et P_4
t de signe contraire. En regard de cet
ro-aimant est placé un aimant E en forme
dont les pôles sont traversés par un axe H
orte deux palettes de fer doux FG, aiman-
par influence. Lorsque le récepteur ne
aucun courant, ces palettes restent égale-
éloignées des deux pôles. Lorsqu'un cou-
traverse l'appareil, les palettes s'inclinent
ite ou à gauche, suivant que ce courant
ositif ou négatif.
oscillations des palettes produisent l'im-
pression. Pour cela, un mécanisme d'horloge-
rie fait tourner une molette et un disque en-
creur qui trempe constamment dans un godet
rempli d'encre oléique ; ces deux pièces roulent
l'une sur l'autre, de sorte que la molette soit

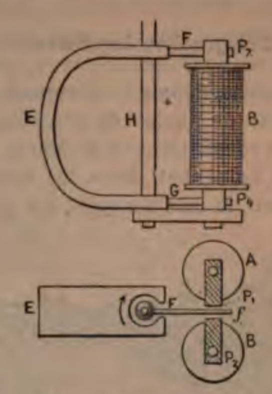


Fig. 914. — Organe électro-magnétique du récepteur.

toujours imbibée d'encre. L'axe de cette der-
nière est d'ailleurs pincé par un levier qui
dépend de l'axe H des palettes, de sorte que les
oscillations de celles-ci sont transmises à la
molette sans qu'elle cesse de tourner. Le mou-
vement des palettes provoqué par un courant
positif appuie la molette sur une bande de pa-
pier, qui se déroule comme dans les récepteurs
Morse ordinaires, et fait imprimer un signal; le
mouvement dû à un courant négatif éloigne la
molette de la bande et produit un blanc.

L'appareil est réglé de sorte qu'une émission
positive directe commence tous les signaux.
Une perforation transversale, figurant un point,
laisse passer un courant positif, puis un néga-
tif, tous deux directs; la molette s'approche un
instant du papier et trace un point. Une perfo-
ration en diagonale correspond à trois inver-
sions complètes. La première émission, qui est
directe, commence le tracé; les autres ne don-
nent que des courants de compensation, qui
n'agissent pas sur la molette; enfin la troisième
émission négative, correspondant à un trou,
éloigne la molette et termine le trait. Les blancs
correspondent également à trois inversions
complètes, mais comme les aiguilles rencon-
trent constamment le papier, la molette reste
éloignée et ne trace rien. On peut suivre les
détails de l'opération sur la figure 912.

Manipulateur. — L'appareil Wheatstone peut
servir aussi à transmettre directement, sans
faire usage du perforateur. On met alors le
transmetteur hors circuit, et on le remplace
par un manipulateur inverseur, permettant

d'envoyer sur la ligne des courants positifs ou négatifs. Une manette permet de mettre l'appareil sur transmission, sur réception ou à la terre, pour décharger la ligne quand on passe de la transmission à la réception.

Télégraphes imprimeurs.

On a cherché depuis longtemps à imprimer sur la bande de papier du récepteur, au lieu des signaux conventionnels de Morse, les lettres mêmes de l'alphabet. Dans les télégraphes à échappement, la *roue des types*, qui porte sur sa circonférence les caractères de l'alphabet, es mise en mouvement par des émissions de cou rant successives, comme dans le télégraphe cadran de Bréguet. Les appareils à mouvement synchrones ont, au manipulateur et au récep teur, deux roues qui tournent avec la mêm vitesse, de sorte que les caractères soient cons tamment disposés d'une manière semblable; l courant appuie le papier sur la roue des type au moment précis où passe la lettre qu'on veu imprimer.

Télégraphes à échappement. — On a d'abor cherché à modifier les appareils à cadran ordi

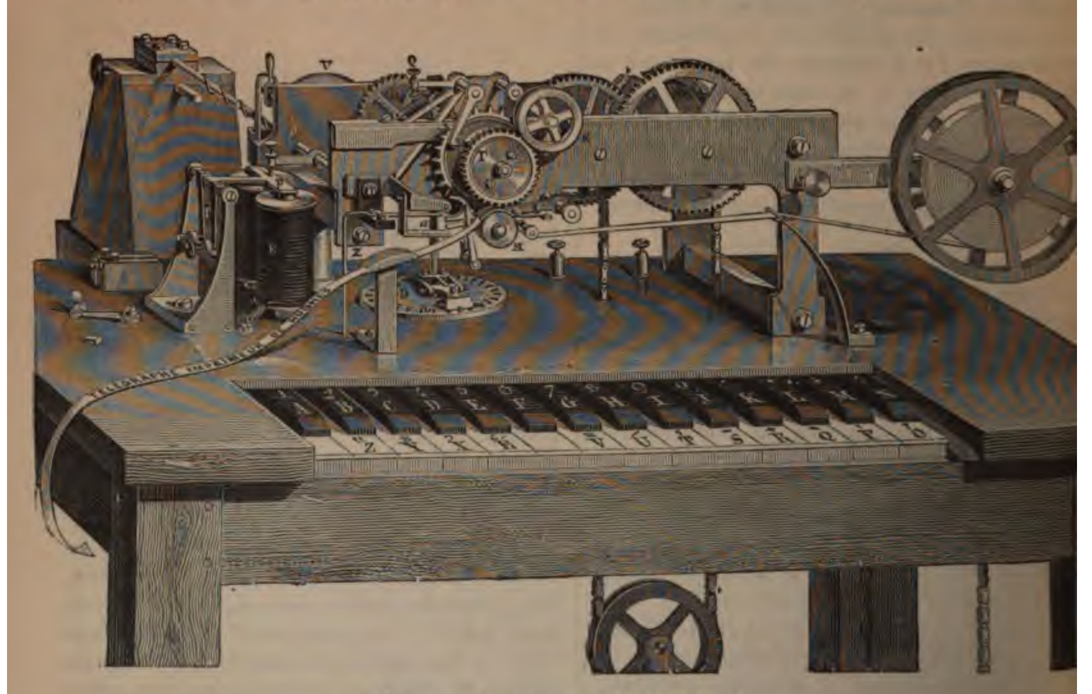


Fig. 915. — Vue d'ensemble du télégraphe Hughes.

naires. M. Wheatstone (1840) employait un manipulateur à cadran. Les émissions successives faisaient mouvoir la roue des types. Lorsqu'on s'arrêtait sur une lettre, le courant, lancé dans un second fil, appuyait le papier sur cette roue. L'appareil a été ensuite modifié pour éviter l'emploi des deux fils.

Les appareils de du Moncel et de Digney sont fondés sur un principe analogue. D'autres reposent sur l'accroissement de l'aimantation avec le temps. Dans l'appareil Siemens, les courants très rapides émis par le manipulateur suffisent pour actionner un petit électro-aimant qui fait tourner la roue des types, mais le gros électro qui appuie le papier ne s'aimante que si l'on s'arrête un instant sur une lettre. L'appareil Bréguet comporte un seul électro-aimant, qui se déplace d'une petite quantité pour faire tourner la roue des types, et d'une quantité plus grande pour produire la pression sur le papier.

Dans l'appareil de M. de Baillehache, le manipulateur est analogue à celui du télégraphe à cadran. En tournant la manette, on envoie sur la ligne des courants alternatifs qui se suc cèdent sans interruption sensible. Ces courant passent dans un électro-aimant dont l'armature polarisée oscille et fait avancer la roue de types. Une autre armature, non polarisée, rest adhérente à l'électro pendant la rotation d

ipulateur, mais elle s'en détache dès que rompt le circuit en s'arrêtant sur une e. Ce mouvement déclenche le mécanisme imeur.

ppareil Hayet est analogue, mais un second roulé sur l'électro et formant un circuit é est parcouru par des courants induits, mpêchent la seconde armature de se déer intempestivement entre deux courants consécutifs et d'imprimer des lettres inutiles.

Les appareils à échappement ne peuvent donner qu'un faible rendement, à cause du grand nombre de courants qu'il faut employer pour chaque signal et de la masse de la roue des types. MM. Gaussain et Mouilleron ont tenté d'augmenter la vitesse en répartissant les caractères sur cinq roues moins massives; mais l'appareil devient extrêmement compliqué.

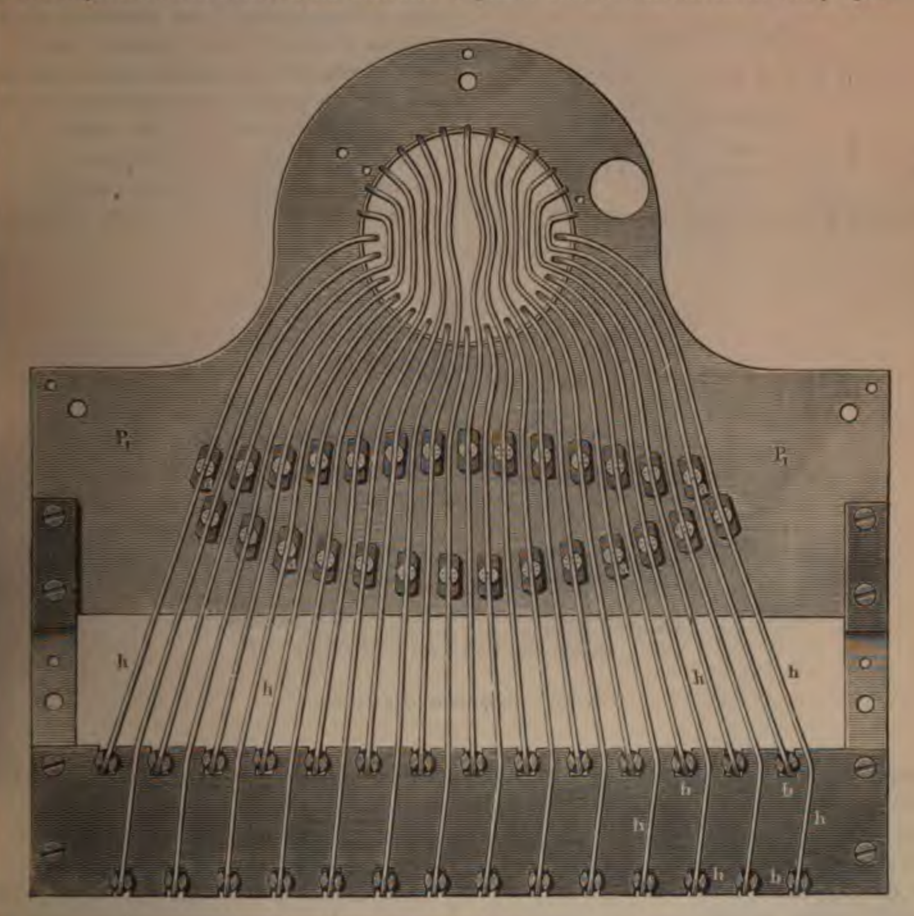


Fig. 916. — Disposition des leviers du manipulateur.

s appareils de Siemens, de d'Arlincourt loient des récepteurs à trembleur. Dans ce ier, il y a deux mouvements d'horlogerie : commande l'impression, l'autre mène une interruptrice, la roue des types et une ille indicatrice.

légraphe imprimeur de Hughes. — Tous ppareils qui précèdent arrêtent la roue des s à chaque transmission, ce qui ralentit la se des communications. M. Hughes a imaen 1855 le premier télégraphe à transmission continue, dans lequel les lettres s'impriment instantanément, sans aucun arrêt.

Principe. — Le récepteur et le manipulateur, réunis sur une même table, sont commandés par un même mouvement d'horlogerie. Une bande de papier se déroule d'un mouvement uniforme et passe sur la roue des types T, dont la circonférence porte les caractères enduits d'encre grasse. Sous l'action du courant, le papier est pressé contre la roue, qui imprime la lettre placée à ce moment au point le plus bas.

Le manipulateur a la forme d'un clavier, qu'on voit en avant de l'appareil.

Manipulateur. — Ce manipulateur se compose de vingt-huit touches, alternativement blanches et noires. Toutes les touches noires et douze des touches blanches portent chacune deux signes, soit une lettre et un chiffre, soit une lettre et un signe de ponctuation. Ces signes sont disposés de la manière suivante :

Touches blanches.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	.	,	;	:
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N

Touches noires.

Blanc des lettres.	" Z	& Y	X	(É	Blanc des chiffres.	= V	/ U	§ T	— S	+ R	' Q	! P	? O

Les deux blancs servent l'un à passer des lettres aux chiffres et à séparer les groupe de chiffres, l'autre à passer des chiffres au lettres et à séparer les mots.

Chaque touche est surmontée d'un levier qu bascule autour de son axe lorsqu'on appuie su elle. Les vingt-huit leviers se recourbent et vien nent aboutir à une boîte cylindrique, appelé *boîte à goujons*, autour de laquelle leurs extré mités se rangent régulièrement (fig. 916). Cha cun de ces leviers T est surmonté d'un peti goujon d'acier S, qu'un ressort *f* maintient a contact (fig. 917). Lorsqu'on appuie sur une de touches, le goujon correspondant est soulev par l'une des tiges T et fait saillie au-dessu d'une des ouvertures *c*, pratiquées, au nombr de vingt-huit, dans la paroi supérieure de l boîte (fig. 918). Dès qu'on cesse d'appuyer su

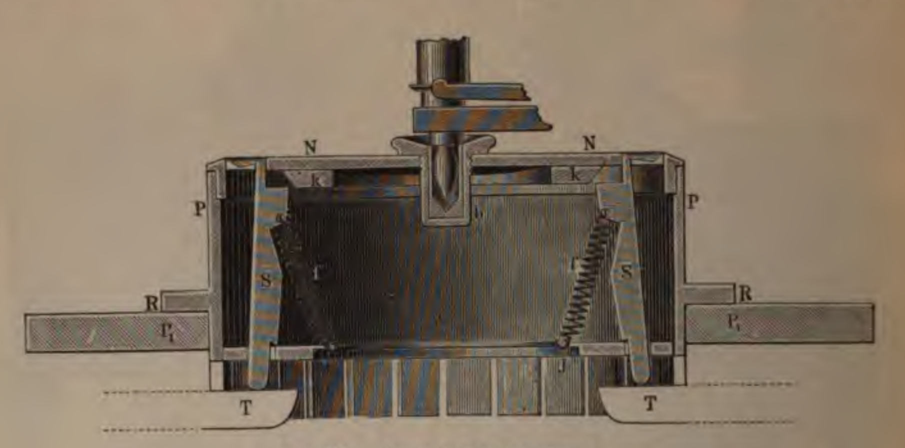


Fig. 917. — Coupe de la boîte à goujons.

la touche, le goujon soulevé s'abaisse et rentre dans la boîte, sous l'action du ressort *f* et du chariot.

Chariot. — Le *chariot* forme la partie essentielle de l'appareil. Il sert à répartir, à des moments précis, les émissions de courant. La figure 918 montre la dernière forme adoptée en France pour les lignes aériennes. Ce chariot tourne au-dessus de la boîte à goujons avec une vitesse de cent vingt à cent cinquante tours par minute. Il est muni d'une lèvre V et d'un appendice g_1, terminé par un galet qui s'engage dans le collier B, en face d'un autre galet appartenant au levier HH_1; le tout est mobile autour des vis rr_1. Le collier B peut se déplacer sur l'arbre vertical W, entre la pièce G et le bourrelet qu'on voit un peu au-dessus, et ne gêne en rien la rotation du chariot et de l'arbre W sous l'action du mouvement d'horlogerie, qui commande ce dernier par l'intermédiaire de l roue d'angle R_6.

Le levier HH_1, mobile autour de l'axe a_2, s termine par un ressort F_1, qui oscille entr deux vis c_1 et c_2, reliées, la première à l'un de pôles de la pile, la seconde au contact de l'in terrupteur, au support de la palette et au res sort sur lequel s'appuie la came de correction Le ressort F_1, isolé par une plaque d'ébonit du reste du levier HH_1, est en communicatio avec un plot *n*, fixé sur la table de l'apparei au repos, il s'appuie sur la vis c_2.

Lorsqu'on appuie sur une touche, le chario en tournant, rencontre bientôt le goujon so levé; la pièce RR_1 le saisit, l'appuie sur la lèvr et le rejette ensuite pour le laisser retomb en arrière, lorsque la lèvre du chariot est pa sée. Pendant cette opération, le goujon a so levé la lèvre C; l'appendice g_1 s'est abaiss

entraînant le collier B. Le levier HH_1 bascule, et le ressort F_1 vient toucher la vis c_1, envoyant un courant dans la ligne. Dès que le goujon est retombé, les divers organes reprennent la position figurée, et le courant se trouve interrompu. Le courant ainsi produit arrive au récepteur, dont il met en mouvement le mécanisme imprimeur. Si les deux appareils concordent bien, le papier est soulevé et pressé contre la roue des types au moment où le caractère qu'on veut imprimer passe au point le plus bas.

Mécanisme imprimeur. — Pour cela, le chariot commande en même temps la roue des types, de façon qu'elle tourne avec la même vitesse que lui. L'appareil est réglé pour que chaque caractère se trouve au point le plus bas au mo-

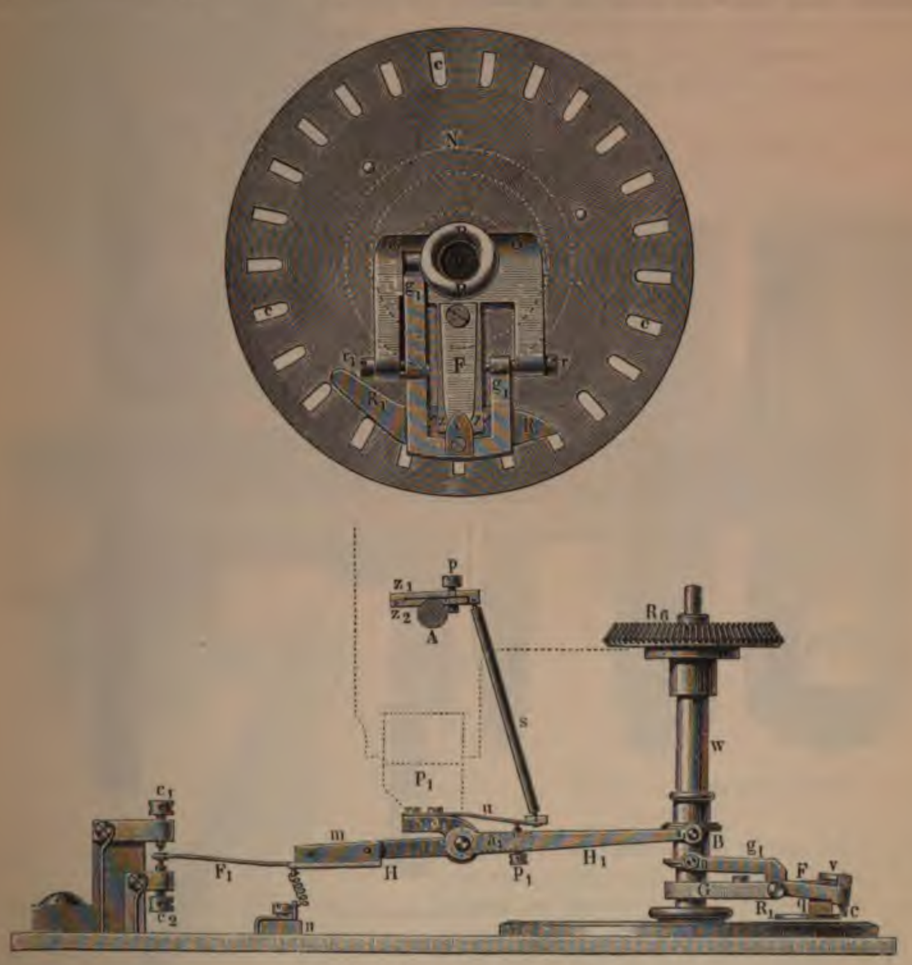


Fig. 918. — Plan et élévation du chariot.

ment où le chariot passe au-dessus du goujon correspondant. Si de plus les chariots des deux postes sont parfaitement synchrones, on conçoit que l'émission du courant due au soulèvement d'un des goujons, dans le premier poste, se produira exactement lorsque le caractère correspondant de l'autre poste sera au point le plus bas, et ce caractère s'imprimera sur le papier.

La roue des types, qui doit être commandée par le chariot, est fixée sur un axe, appelé *axe des types*, qui engrène avec celui-ci de la manière suivante. La partie supérieure du chariot porte, comme nous l'avons vu plus haut, une roue d'angle R_6 horizontale ; cette roue engrène avec une autre roue verticale R_5 de même grandeur, ayant le même nombre de dents (fig. 919), et fixée à l'arbre des types $w_1 w_1$, qui tourne avec elle. Cet arbre porte divers organes importants : d'abord un manchon B_2B_2, fixé à l'arbre

par la vis R_1, et entouré par une sorte d'anneau mobile B_1B_1, en acier fortement trempé, maintenu à frottement dur par le ressort MM; cet anneau, appelé *roue de frottement*, ne peut se déplacer que sous l'influence d'un effort énergique. En avant de cette roue se trouve un double manchon a_2a_2, b_1b_1, dont la partie intérieure porte la roue des types A, sur la circonférence de laquelle sont tracés en relief les mêmes signes que sur le clavier du manipulateur, m[...] les deux séries de signaux alternent dans l'ord[...] suivant :

Blanc des lettres. A 1 B 2 C 3 D 4 E 5 F 6 [...]
7 H 8 I 9 J 0 K . L , M ; N : O ? P [...]
Q ' R + S — T § U / V = Blanc des chiffres. [...]
(X) Y & Z »

Roue de correction. — En arrière de la ro[...] des types, la partie extérieure b_1b_1 du manch[...]

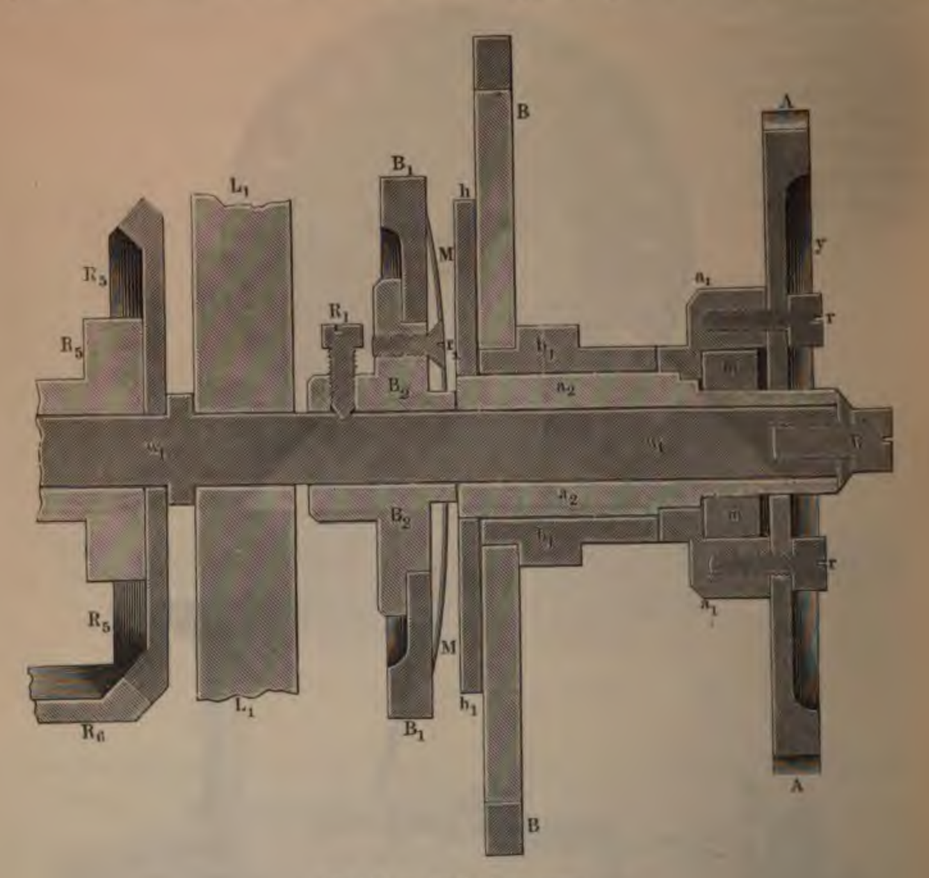


Fig. 919. — Axe des types (coupe).

porte une seconde roue BB qu'on appelle *roue de correction*, servant à maintenir le synchronisme et à passer des lettres aux chiffres et réciproquement. Cette roue, en acier trempé, a sa circonférence divisée en cinquante-six parties égales, dont vingt-huit portent des dents aiguës également espacées. La roue des types portant cinquante-six signaux, on voit que, si l'une des lettres de cette roue coïncide avec un des creux de la roue de correction, toutes les autres lettres correspondent exactement aux autres creux. De même, si l'un des chiffres se trouve en regard de l'un des creux, les autres chiff[...] correspondent tous aux autres creux.

Le changement se fait à l'aide de l'ancre [...] *levier inverseur* v_1v_2 et de la pièce hh_1, qui ser[...] établir la liaison entre la roue des types et la r[...] de correction (fig. 920). Elle est placée derri[...] cette dernière roue et fixée au manchon d[...] roue des types. Le doigt h_1 pénètre dans l'un [...] crans du cliquet k, pressé par le ressort f[...] l'autre extrémité h s'engage dans la partie [...] diane du levier inverseur, qui tourne à fr[...] ment dur autour de la vis s. Lorsque le doig[...]

omme le montre la figure, dans le pre-
ran du cliquet k, l'extrémité v_1 fait sail-
dehors de la roue et bouche l'un des creux.
doigt h_1 pénètre dans le second cran, le
fait tourner l'ancre et c'est l'extrémité



r. 920. — Roue de correction et levier inverseur.

fait saillie. Les deux creux alternative-
obstrués par l'ancre doivent concorder,
e montage général, avec le blanc des let-
le blanc des chiffres.

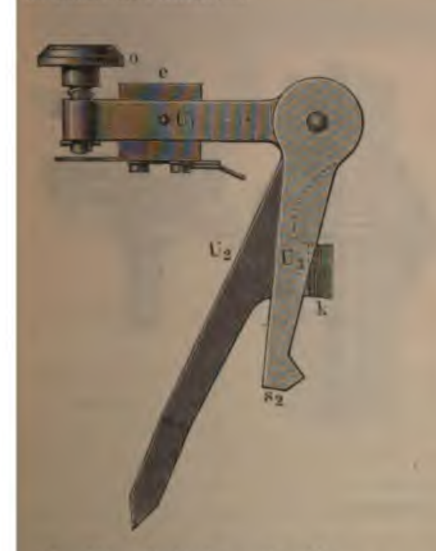


Fig. 921. — Levier de rappel au blanc.

er de rappel au blanc. — Derrière la roue
rection, un axe fixe, adhérant à la platine
eure de l'appareil, porte un levier (fig. 921),
levier de rappel au blanc, qui ramène la
es types à sa position de repos, lorsque
cordance cesse d'exister entre les deux
récepteurs. Ce levier est formé de trois branches, dont deux U_1 et U_3 dans un même plan; la troisième U_2 est en arrière et se meut dans un plan parallèle. La branche U_1 sert de manette pour agir sur les deux autres. En regard de ce levier est placé un ressort-lame qui remplit, par rapport au cliquet k_1 de la roue correctrice, le même rôle que le plan incliné dont nous parlerons plus loin à propos du levier d'échappement et de l'embrayage de l'axe du volant avec l'axe imprimeur. On voit l'extrémité de ce ressort figure 926, au-dessous et à droite du tampon O.

Lorsque le levier de rappel au blanc est

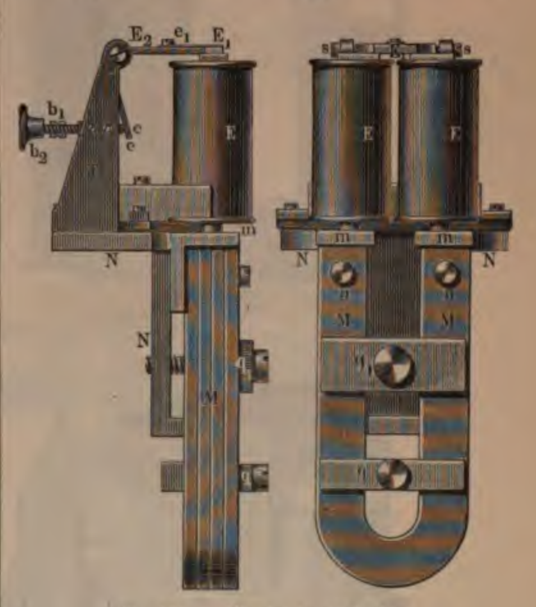


Fig. 922. — Électro-aimant Hughes.

abaissé, l'appendice k de la branche U_2 pousse le ressort-lame sous le cliquet de la roue correctrice; ce ressort soulève le cliquet; la roue de frottement tourne librement, tandis que la roue de correction et la roue des types sont arrêtées. En même temps, le crochet S_2 de la branche U_3 s'engage dans une encoche pratiquée dans le manchon qui supporte la roue de correction.

Organe électro-magnétique. — L'organe électro-magnétique du récepteur est un électro-aimant polarisé d'une forme particulière, appelé électro-aimant de Hughes. Le noyau est constitué par un fort aimant en fer à cheval MM (fig. 922), fixé par une équerre de laiton NN sous la table de l'appareil. Les deux pôles de cet aimant portent des pièces polaires mm, entou-

rées par des bobines EE. Le fil est enroulé de manière à produire deux pôles contraires aux deux extrémités. Au-dessus de ces bobines se trouve une palette de fer doux E_1E_2, ayant à peu près la forme d'un double T. Cette palette

est mobile entre les pointes de deux vi et tend à s'écarter de l'électro-aimant, s l'action des deux ressorts *ee*, réglés par vis b_1b_2.

A l'état de repos. la palette reste appliq

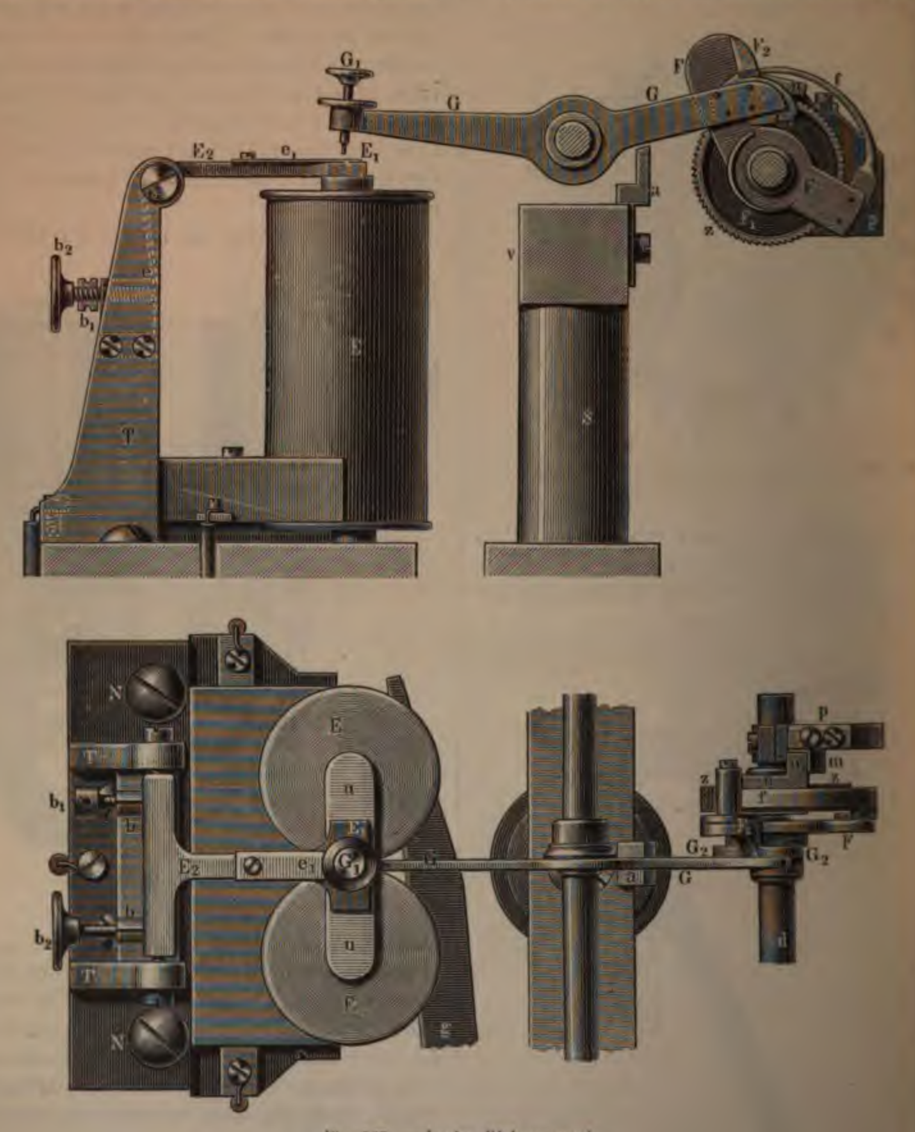


Fig. 923. — Levier d'échappement.

contre les pôles de l'électro-aimant; mais, si l'appareil reçoit un courant de sens convenable, l'aimantation diminue, et la palette bascule sous l'influence des lames *ee*. Le mécanisme du récepteur se trouve ainsi mis en marche et fonctionne d'une manière purement mécanique. Le même effet se produit chaque fois que, l'un des goujons du manipulateur se trouvant sou-

levé, le passage du chariot provoque une é sion de courant.

Levier d'échappement. — Examinons mai nant le fonctionnement de ce mécanisme. dessus de la palette E_1E_2 se trouve un levier appelé *levier d'échappement* (fig. 923), qui, da position de repos, arrête une pièce FF, m d'une saillie F_2 et d'un cliquet nn_1, mobile au

de son axe. Le ressort f, porté par la pièce FF, tend à appuyer ce cliquet sur la roue dentée Z, et les dents de ces deux organes sont disposées de telle sorte que le mouvement de droite à gauche détermine l'embrayage. La figure représente la position de ces pièces pendant le mouvement normal de l'appareil, lorsqu'il est en marche sans être traversé par le courant. La pièce F_2 est alors arrêtée sur le cran du levier G ; le cliquet est soulevé et son appendice n_1 s'appuie sur un petit plan incliné m, fixé en p par deux vis sur le bâti de l'appareil. La roue Z, qui est montée sur l'axe du volant, tourne alors librement avec lui.

Axe imprimeur. — L'arbre du volant qui porte la roue Z s'emboîte dans la pièce F, qui est supportée elle-même par un axe qu'on appelle *arbre imprimeur* ou *arbre des cames*. Cet arbre sert de coussinet à l'arbre du volant. Les deux



Fig. 924. — Embrayage de l'axe du volant et de l'arbre imprimeur.

arbres sont dans le prolongement l'un de l'autre, mais ils restent indépendants tant que la



Fig. 925. — Axe imprimeur.

pièce F_2 est arrêtée par le levier d'échappement.

Embrayage de l'axe du volant et de l'axe imprimeur. — A chaque émission de courant, la palette E_1E_2, en se soulevant, vient frapper la vis G_1 et fait basculer le levier d'échappement de gauche à droite : la pièce F_2 tombe ; le cliquet passe par-dessus le plan incliné m et, sous l'action du ressort f, vient s'appuyer sur la roue Z, comme le montre la figure 924. Les dents sont alors en prise et la roue Z entraîne le cliquet, la pièce F et l'arbre sur lequel elle est montée ; les deux arbres embrayent l'un avec l'autre, et se mettent à tourner avec la même vitesse. Le mouvement ne dure d'ailleurs qu'un seul tour : vers le milieu de la révolution des deux axes, une came en forme de croissant F_1 passe sous la face inférieure G_2 du levier d'échappement et le fait basculer de droite à gauche ; la vis G_1 appuie sur la palette et la ramène au contact des plaques polaires de l'électro-aimant. Le levier GG revient à sa position première et arrête de nouveau la pièce F_2 ; les choses restent ainsi jusqu'à ce qu'il se produise une autre émission de courant.

Cames de l'axe imprimeur. — Nous venons de voir comment l'axe imprimeur embraye l'axe du volant. Cet axe imprimeur (fig. 925) porte à la partie antérieure quatre cames de forme différente, la *came de dégagement*, la *came de correction*, la *came de progression du papier*, et la *came d'impression*.

La came de dégagement sert à repousser le levier de rappel au blanc et à dégager la roue

de correction et la roue des types. Elle est formée d'un doigt *s* qui passe sous la branche U_2 de ce levier, la rejette en arrière et laisse le ressort-lame se rapprocher de la platine de l'appareil : le cliquet de la roue de correction se trouve ainsi dégagé et peut tomber sur la roue de frottement. La roue de correction et la roue des types embrayent avec le mouvement d'horlogerie, et la roue des types tourne avec une vitesse égale à celle du chariot, les roues d'angle qui unissent ces pièces ayant le même diam et le même nombre de dents.

Correction. — La came de correction se corriger l'avance ou le retard de la roue types, par l'intermédiaire de la roue de cor tion. Elle est formée d'un petit coin en a trempé, encastré dans une chape d_2 et maint par une ou deux vis.

Si les deux appareils sont bien synchro cette came, à chaque tour de l'axe imprim

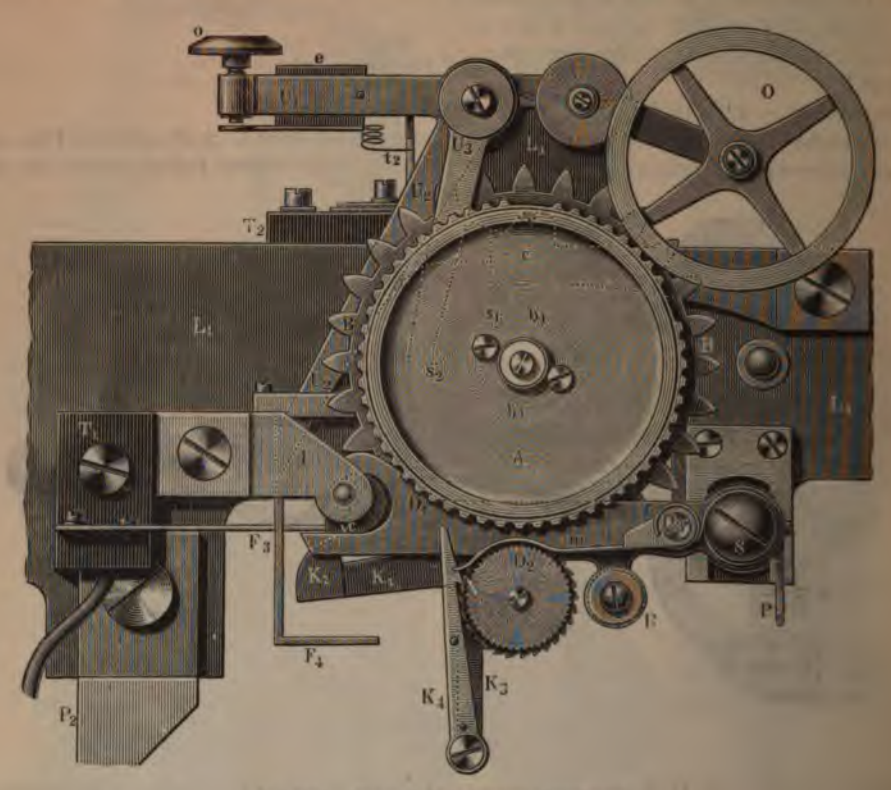


Fig. 926. — Ensemble du mécanisme imprimeur.

passe exactement entre deux dents de la roue de correction. Si au contraire le récepteur du poste considéré est en retard, la came correctrice vient frapper la dent antérieure, la pousse en avant, et par suite fait avancer le manchon qui porte la roue des types en faisant sauter le cliquet par-dessus quelques dents de la roue de frottement. Si l'appareil est en avance, la came vient heurter la dent postérieure, qui se présente trop tôt ; le choc est amorti par les deux coussinets qui entourent la roue de frottement et dont l'un fait ressort ; cette roue glisse entre ces coussinets et l'ensemble de la roue des types et de la roue de correction s'arrête, jusqu'à ce que le synchronisme soit rétabli. La corr s'effectuant à chaque tour de l'axe imprim le synchronisme se maintient parfaite pourvu qu'il ait été établi au début.

Passage des lettres aux chiffres. — La ca correction sert encore à passer des lettre chiffres et réciproquement. Le clavier n' que vingt-huit touches, tandis que la rou types porte cinquante-six caractères, il s que ceux-ci ne puissent se présenter à l'im sion que de deux en deux, de sorte qu'on rait transmettre seulement soit des lettre des chiffres, suivant le réglage initial. La de correction remédie à cet inconvénient.

posons par exemple qu'on transmette des lettres et qu'on veuille passer aux chiffres : on appuie sur la touche du blanc des chiffres : pendant l'évolution de l'axe imprimeur, la came correctrice s'engage entre les dents de la roue de correction, rencontre la partie saillante du levier inverseur v_1v_2 et la repousse. Ce mouvement fait basculer la pièce hh_1 et fait tourner la roue des types de $\frac{1}{56}$ de circonférence, de sorte que ce sont les chiffres, et non plus les lettres, qui se présentent à l'impression. En appuyant au contraire sur la touche du blanc des lettres, on produit le même mouvement en sens inverse et l'on peut de nouveau transmettre des lettres.

Impression. — Les deux dernières cames servent à l'impression. A droite de la roue des types et un peu au-dessous, la platine de l'appareil porte un axe S (fig. 926), autour duquel tournent deux leviers. Le premier, appelé *levier*



Fig. 927. — Levier d'impression.

d'impression (fig. 926 et 927), porte deux guides P et R que traverse d'abord la bande de papier; cette bande passe ensuite sur le rouleau D_2, contre lequel elle est appuyée par la fourchette *mm* et le ressort *f*, enroulé autour de l'axe D_3. La partie antérieure du rouleau D_2 est dentelée pour l'entraînement du papier; la partie médiane, sur laquelle se fait l'impression, est couverte d'une couche bien unie de gutta-percha; la partie postérieure porte un rochet. La *came d'impression*, formée d'un petit prisme triangulaire à arête vive d_2, fixé sur l'axe imprimeur, passe au moment convenable sous le crochet D_1, qui termine le levier d'impression, le soulève et appuie pendant un instant le rouleau D_2 et la bande de papier contre la roue des types A; l'impression se produit et le rouleau retombe au bout d'un instant. Les caractères sont encrés, comme dans l'appareil Morse, par un tampon en drap O, enduit d'encre oléique, qui repose sur la tranche de la roue des types et, entraîné par le frottement, tourne en sens inverse. Le papier est emmagasiné sur un rouet fixé à la droite du massif de l'appareil (fig. 915).

Lorsqu'un caractère vient d'être imprimé, il est nécessaire de faire avancer la bande de papier. Ce résultat s'obtient de la manière sui-

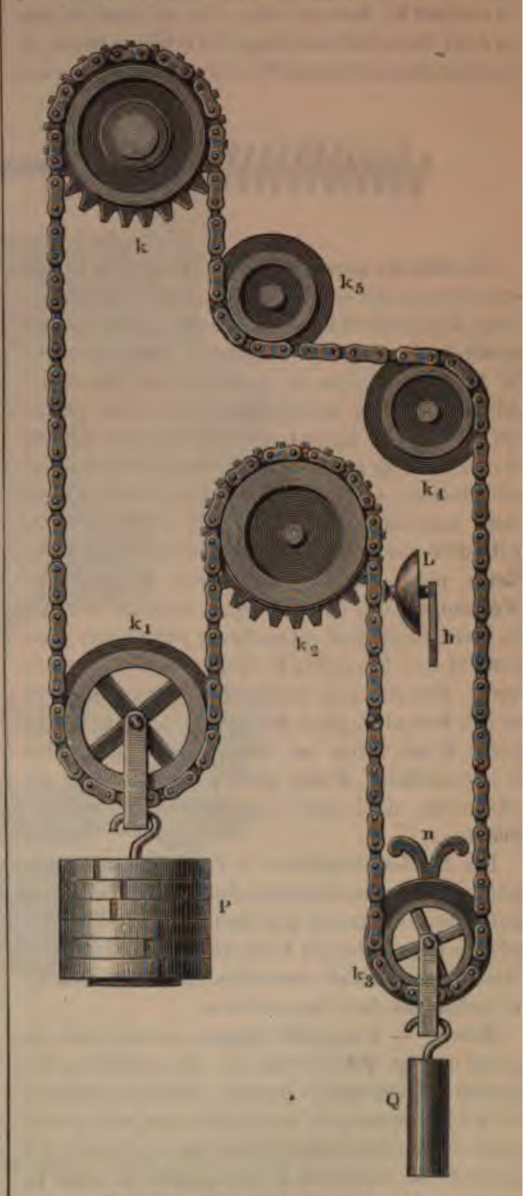


Fig. 928. — Moteur de l'appareil Hughes.

vante. Le second levier porté par l'axe S, ou *levier d'entraînement du papier*, est articulé avec le levier d'impression au moyen du crochet K_1, qui s'applique sur la roue à rochet de rouleau D_2. La tête du levier d'entraînement se voit en K_2. La dernière came portée par l'arbre imprimeur

ou *came d'entraînement* est une sorte de limaçon d_1 qui, au repos, presse sur l'extrémité libre K_2 du levier d'entraînement. Dans la rotation de l'arbre imprimeur, la surface excentrique de cette came abaisse peu à peu le levier; le crochet K_4, fixé au levier, tire de haut en bas la dent du rochet avec laquelle il est en prise, et la rotation du tambour D_2 entraîne le papier. Au bout d'un instant, la came d'entraînement présente plus au levier sa partie renflée, et levier est ramené à sa position première par ressort : le crochet K_4 saute quelques dents rochet et se met en prise avec celle qui se trou en face de lui lorsqu'il est en haut de sa cour Le papier avance ainsi d'une même quant après l'impression de chaque signe.

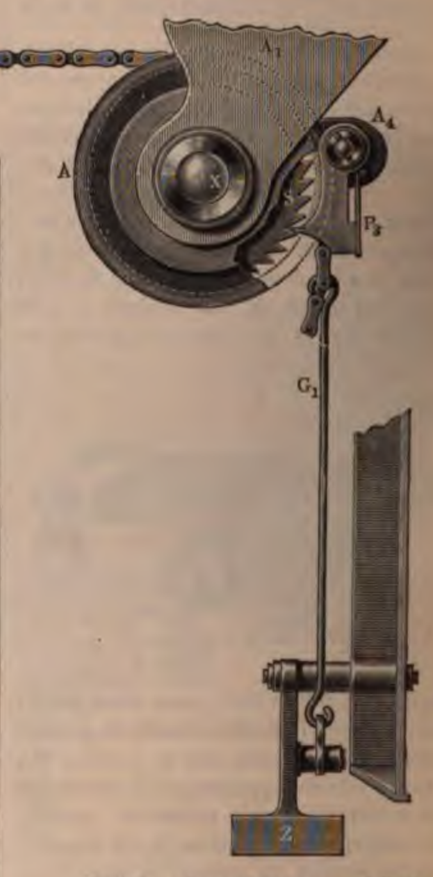


Fig. 929. — Remontoir de l'appareil Hughes.

Contrôle des transmissions. — En même temps que la dépêche est transmise au bureau récepteur, l'appareil Hughes l'imprime également au poste de départ, ce qui permet d'en conserver le texte et facilite le contrôle des transmissions. Dans les anciens appareils, une partie du courant de ligne traversait l'électro-aimant du poste de départ pour produire cette impression locale : aujourd'hui le même résultat s'obtient automatiquement à l'aide de la pièce S, articulée par un ressort avec le chariot (fig. 918). Cette pièce s'appuie sur l'axe A du levier d'échappement, de sorte que, chaque fois que la lèvre du chariot est soulevée par un des goujons et que le ressort F_1 vient s'appuyer sur la vis c_1, elle entraîne le levier d'échappement et le fait basculer. Dans les appareils français, la pièce S est reliée au levier HH_1 et au levier d'échappement d'une part par une sorte de charnière, de l'autre par une vis à contre-écrou.

Les bandes imprimées à l'arrivée sont coupées, collées sur les formules imprimées bien connues, et remises aux destinataires. Les dépêches imprimées en local au départ et les collationnements sont recueillis sur des rouleaux et conservés dans les archives.

Moteur. — L'appareil Hughes est mû par un poids P (fig. 928), formé de six rondelles de plomb superposées, pesant chacune environ 10 kilogrammes, et supportées par une petite plate-forme surmontée d'une tige à crochet. Ce poids P est suspendu à une poulie k_1, dont la gorge repose sur une chaîne de Gall. Cette chaîne passe ensuite sur les dents de la roue k, qui fait partie du mécanisme d'horlogerie, puis sur les poulies de renvoi k_5 et k_4 ; elle supporte ensuite la poulie k_3 et le contre-poids Q, et s'applique enfin sur les dents de la roue k_2, fixée sous la table de l'appareil.

La descente du poids P entraîne la chaîne sans fin et la roue k. Le contre-poids Q remont en même temps, et, lorsqu'il est au bout de s course, la fourchette n soulève le levier h, qu frappe le timbre L, et avertit le télégraphist qu'il est temps de remonter le poids.

Cette opération se fait en abaissant avec pied la pédale Z (fig. 929), qui est surmont d'une tringle G_1, fixée à un tronçon de chaî sans fin, dont l'extrémité est accrochée à fort ressort F, fixé lui-même par l'autre bout la table de l'appareil. Cette chaîne passe une roue dentée munie d'un bras de levier terminé par un cliquet mobile autour de s

e et appuyé par un ressort P_3 sur le rochet S, lé sur le même axe que la roue dentée k_2 g. 928).

Quand on abaisse la pédale, la pièce A_1 s'a-isse aussi ; la roue S est entraînée de gauche à droite par le cliquet et le poids remonte. Quand on cesse d'appuyer, le ressort F fait remonter la pédale et ramène le levier A_1 à sa position normale, le cliquet glissant sur les dents de la roue à rochet. En même temps, un

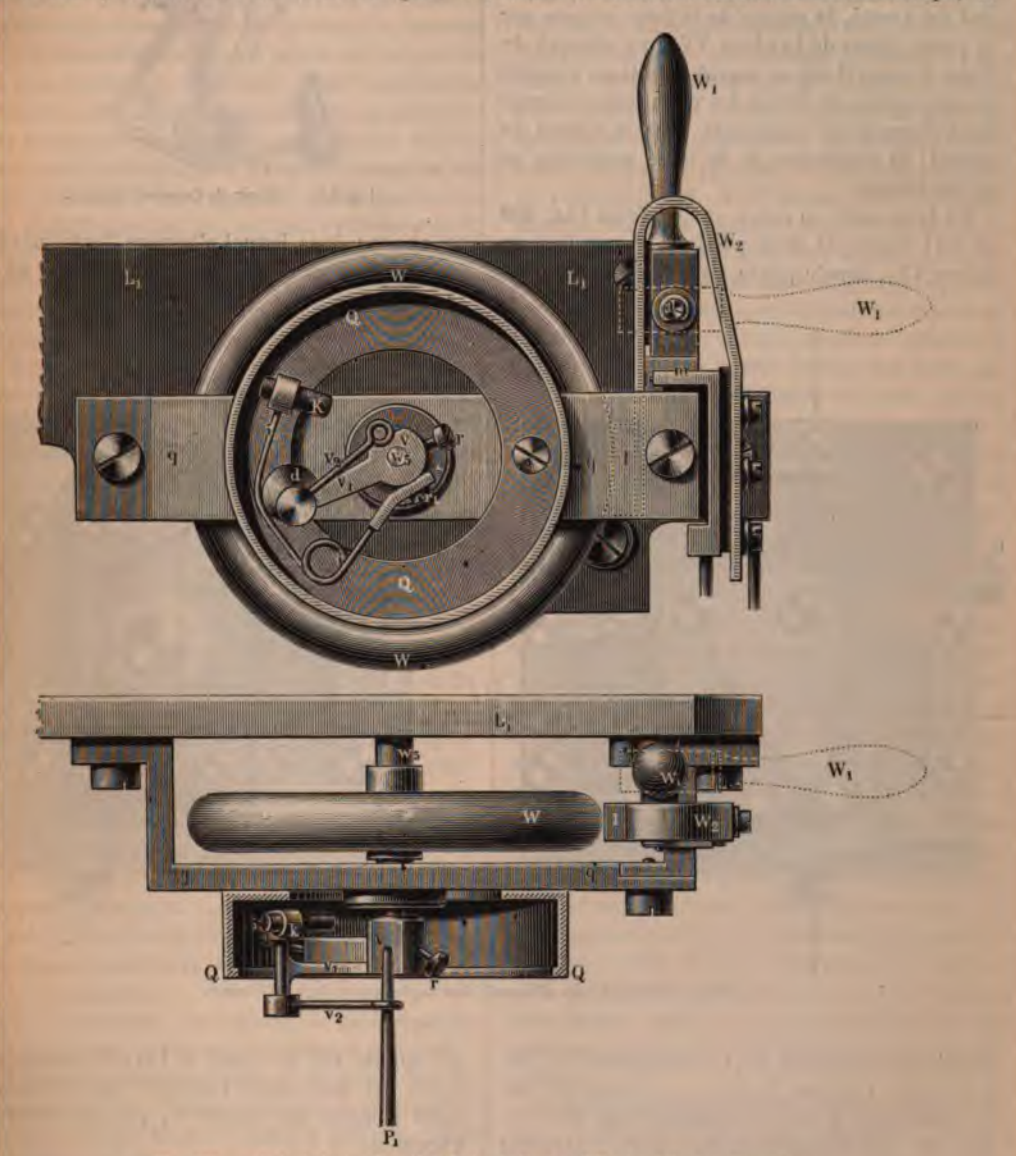


Fig. 930. — Volant, levier d'arrêt et frein de l'appareil Hughes (plan et élévation).

ond cliquet, caché par la platine A_1 et solli- de haut en bas par un ressort, s'engage s la roue S et l'empêche de retourner en ar-e, ce qui empêche le poids de redescendre.

égulateur. — Le dernier arbre du mécanisme orlogerie porte un volant V (fig. 915), des- à régulariser son mouvement. Ce volant est formé d'un disque entouré d'un anneau plus épais W (fig. 930) ; il est calé sur son axe, à frottement dur, entre deux plaques qui lui permettent de continuer un peu sa course en cas d'arrêt brusque. Son axe est supporté par un pont *qq*.

L'appareil porte, en outre, un régulateur et

un frein. Le régulateur est formé d'une lame vibrante, munie d'une boule de laiton, qu'on peut écarter plus ou moins du volant. La lame offre d'autant plus de résistance que la boule est plus rapprochée du volant. Quand l'appareil est arrêté, la pointe de la lame repose sur la partie plane de la pièce VV_1, qui dépend du frein. Lorsqu'il est en marche, la lame s'écarte de cette pièce, et décrit des vibrations coniques dont l'amplitude augmente avec la vitesse du volant; la résistance de la lame augmente en même temps.

La lame agit en outre sur un frein (fig. 930 et 931) formé de trois parties : 1° une tige en laiton VV_1, serrée par la vis *r* sur l'axe du volant et participant à son mouvement de [...]tion ; 2° une tige V_2, terminée d'une par[...]



Fig. 931. — Frein de l'appareil Hughes.

un anneau dans lequel s'engage l'extrém[...] la lame, de l'autre par un excentrique *d* [...]

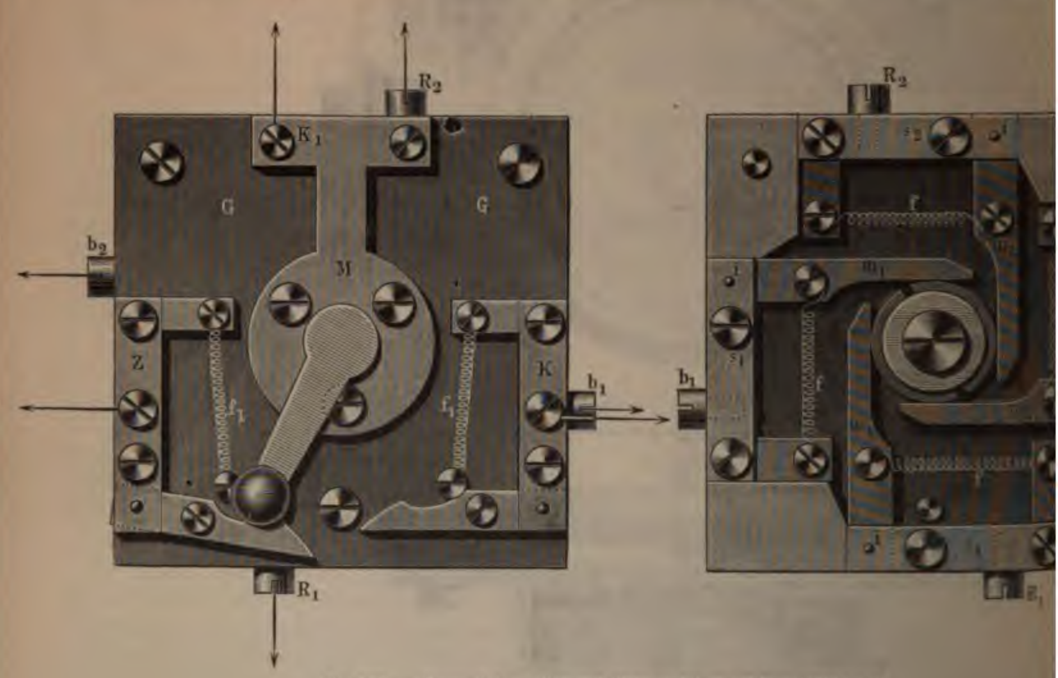


Fig. 932. — Commutateur allemand (face supérieure et face inférieure).

ticulée avec la pièce VV_1 ; 3° un ressort *ii*, fixé à la tige VV_1 par la vis r_1, s'appuyant sur l'excentrique *d* et se terminant par un frotteur K. Cet appareil tourne dans l'intérieur d'un collier métallique QQ; lorsque la vitesse augmente, la lame agit sur l'excentrique *d* et appuie le frotteur K plus ou moins fortement contre la surface intérieure du collier Q.

Levier d'arrêt. — Le levier W_1 (fig. 930) sert à mettre l'appareil en marche ou à l'arrêter. Ce levier, mobile autour de son axe, se termine par un excentrique qui agit sur le ressort recourbé W_2, terminé en I par une sorte de sabot, qui appuie sur le volant et l'arrête, lors[...] levier est horizontal. Lorsqu'il est verti[...] sabot s'écarte du volant W, qui peut to[...] librement.

Commutateur. — L'appareil Hughes est [...] ordinairement d'un interrupteur à man[...] d'un commutateur suisse, rond ou carré.

Les appareils allemands sont pourvu[...] commutateur original, qui permet d'env[...] volonté sur la ligne un courant positif [...]gatif et de changer en même temps le s[...] courant dans l'électro-aimant. Pour c[...] face supérieure porte deux pièces articul[...]

première au pôle positif d'une pile ôle négatif est à la terre, la seconde égatif d'une pile reliée au sol d'autre is K_1 (fig. 932) communiquant avec le du manipulateur, on envoie dans la courants positifs ou négatifs, suivant nette centrale est placée sur la pièce K pièce Z. D'un autre côté, la partie in- e l'axe de la manette se compose de i-circonférences métalliques isolées 'autre par une rondelle d'ébonite. La ieure de l'appareil porte quatre ti- liques m_1, m_2, m_3, m_4, articulées en i, des ressorts pressent contre les deux onférences. Ces tiges sont respective- ies aux vis b_1, R_2, b_2, R_1, qui commu- b_1 avec la ligne, b_2 avec la terre, R_1 et ntrée et la sortie du fil de l'électro- l'on fait usage d'un courant positif, nique avec m_4, et m_2 avec m_3, donc et b_2 avec R_2. Si l'on prend, au con- courant négatif, comme le repré- gure, on relie m_1 et m_2, m_3 et m_4, b_1 t R_1.

reils munis de ce commutateur por- ornes : pile +, pile —, sonnerie, li- ; les communications intérieures reste les mêmes que sur le modèle on peut donc suivre facilement la courant. (Voy. TÉLÉGRAPHIE.)

— Le réglage de l'appareil Hughes ération délicate et compliquée. Nous seulement sur le réglage du syn- et de l'aimantation : ce sont les deux les télégraphistes ont à effectuer le nt. Nous décrirons ces opérations ivre de M. L. Montillot, la *Télégraphie* quel nous avons emprunté également partie des renseignements contenus ticle.

verture du bureau, le télégraphiste reil en marche à l'aide du levier W_1, n correspondant et lui demande de *lancs*, ce qui consiste à répéter le aque tour de chariot pour faciliter du synchronisme. Cette demande se e du signal « Blanc I T » que le cor- t doit lire au son, si les deux appa- nt pas d'accord. L'employé sollicité blancs produit un certain nombre s de courant régulièrement espacées, t sur une même touche, ordinaire- anc des lettres. Si le correspondant que tour s'imprimer une lettre diffé- que les appareils ne sont pas syn- chrones. Si la lettre qui s'imprime est la même pendant un grand nombre de tours, il suffit d'amener l'appareil à donner des blancs. Il ne suffit pas du reste que la même lettre s'imprime pendant deux ou trois tours de chariot pour qu'on soit assuré du synchronisme : l'erreur peut être assez petite pour que la came correctrice y re- médie. Il faut empêcher la correction de se faire pendant un certain nombre de tours en coupant la communication avec la ligne, c'est- à-dire en isolant pendant ce temps la manette de l'interrupteur. Si la même lettre reparaît ensuite, les deux appareils sont bien synchro- nes. S'il n'en est pas ainsi, on déplace la boule de laiton portée par la lame vibrante jusqu'à ce que, par tâtonnement, on soit arrivé, après un isolement de huit ou dix tours de chariot, à obtenir toujours la même lettre. Les deux ap- pareils sont alors bien réglés au point de vue de la vitesse : reste l'aimantation.

Le réglage de l'aimantation s'obtient par la tension du ressort antagoniste de la palette et par l'interposition d'une pièce de fer doux en forme de coin entre les pôles de l'aimant. La force antagoniste doit être proportionnée à l'é- nergie du courant de la pile.

Pour faire ce réglage, on transmet à chaque tour la combinaison « Blanc I N T. » Le corres- pondant agit sur la vis de réglage de la palette ou sur le coin mobile de l'aimant jusqu'à ce que le signal s'imprime très nettement. Le se- cond appareil se règle de même en interver- tissant les rôles.

Applications. — L'appareil Hughes a été adopté en France en 1861, puis en Italie, en Angleterre (1862), en Russie (1865), en modi- fiant la roue des types pour l'alphabet russe. Il a été mis en service en Prusse en 1865, en Au- triche en 1866, et dans l'Amérique du Sud en 1871. Il fonctionne entre la France et l'Angle- terre depuis 1872, et il assure aujourd'hui les relations internationales presque partout en Europe.

Télégraphes imprimeurs d'Olsen et de Rou- vier. — M. Olsen a cherché à augmenter le ren- dement en diminuant de moitié le nombre des dents de la roue de correction. L'intervalle de deux dents correspond à deux lettres qui s'im- priment par des courants de sens contraire. Les touches paires envoient un courant positif, les impaires un courant négatif.

L'appareil Rouvier est fondé sur un principe analogue. Malgré leur rendement supérieur, la complication des organes les a fait aban- donner.

Télégraphes autographiques.

Au lieu de transcrire la dépêche en caractères typographiques, ces appareils transmettent des signaux quelconques, par exemple un dessin ou l'écriture même de la personne qui envoie le télégramme. Ce résultat est généralement obtenu par une décomposition électrolytique. M. Bain a le premier appliqué ce principe.

Dans le télégraphe Backwell, le manipulateur et le récepteur sont formés essentiellement de deux pointes de fer parfaitement synchrones. La première décrit des lignes parallèles très rapprochées sur une feuille de papier métallique, où la dépêche est écrite avec une encre isolante : la seconde se déplace de même sur une feuille de papier imprégnée de cyanure de potassium. Tant que la première pointe rencontre le papier métallique, la seconde trace des hachures bleues parallèles et très rapprochées; mais, lorsque la première passe sur le dessin isolant, le courant est interrompu; le dessin est donc reproduit en blanc sur fond bleu.

Pantélégraphe Caselli. — Cet appareil, exposé à Londres en 1862 et à Paris en 1867, est fondé sur le même principe que le précédent. Les deux tiges de fer du manipulateur et du récepteur sont remplacées par deux pendules longs d'environ 2 mètres et dont les mouvements sont bien synchrones. Chacun de ces pendules se termine par une masse de fer très lourde et oscille entre deux électro-aimants qui attirent alternativement cette masse. Le passage du courant dans les électros est réglé par un chronomètre indépendant du télégraphe. Le pendule de chaque poste sert alternativement de manipulateur et de récepteur. Pour cela, chaque pendule commande, par l'intermédiaire d'un système de leviers articulés, un style auquel il communique un mouvement circulaire alternatif; à chaque demi-oscillation, le style se déplace d'une petite quantité, de manière que les traits successifs ne soient pas superposés. Le papier est fixé sur un pupitre bombé sur lequel se meut le style.

La dépêche est écrite sur une feuille d'étain collée sur du gros papier, avec une encre isolante et siccative, par exemple de l'encre ordinaire additionnée d'un peu de gomme. Elle est reçue sur un papier glacé imprégné de cyanoferrure de potassium.

Le dessin est encore reproduit en blanc sur fond bleu; mais on pourrait l'obtenir au contraire en bleu sur fond blanc, en plaçant le style du récepteur dans un circuit local, relais fermerait lorsque le circuit de li trouverait ouvert.

Le rendement moyen est d'inviron pêches de 20 mots par heure. Le télé Caselli a été essayé avec succès entre et Amiens, puis entre Paris et Lille ; l'ex tion, suspendue en 1870, n'a pas été depuis cette époque.

Autres télégraphes autographiqu M. Meyer a imaginé un appareil moin pliqué et dans lequel l'impression se l'encre ordinaire, au moyen d'une hél productrice en filet de vis triangulaire pourtour d'un cylindre. Le synchronis obtenu par un pendule conique à tige que. C'est en perfectionnant ce premie reil que l'auteur fut amené à construire graphe à transmissions multiples que n crivons plus loin.

M. Edison a exposé en 1881 un appar lequel les dépêches sont écrites avec un dur sur un papier ordinaire assez ép papier est ensuite enroulé sur un cylinc tical qui tourne régulièrement : sur ce c frotte une pointe qui pénètre dans les sions produites par le crayon. Ce dépla est suffisant pour fermer un circuit et un courant dans la ligne. Au poste d'arr un cylindre synchrone du premier, sur est enroulé un papier imprégné d'une s métallique. Une pointe synchrone de mière se meut sur ce papier et y repr dépêche lorsqu'elle reçoit le courant.

MM. Lenoir, d'Arlincourt, Cowper o giné également des appareils autograp

Appareils typo-télégraphiques.

Dans les appareils autographiques, temps employé par le style pour parco espaces blancs est perdu. Si l'on veut tran l'écriture et non un dessin, il serait ava d'enfermer les caractères entre deux li rallèles, comme dans l'imprimerie. Le reils destinés à ce mode de transmissi appelés typo-télégraphiques : ils n'o donné jusqu'à présent de résultats bien

M. Bonelli a fait usage de peignes cinq lignes à la fois; mais il fallait cinq ligne.

M. Edison a exposé en 1881 un appar lequel la dépêche est composée à l'ai perforateur à clavier : il suffit d'a une touche pour produire la pe respondant à la lettre inscrite

Les perforations se trouvent sur cinq lignes parallèles. Le rendement serait, dit-on, de deux cents mots par heure, mais seulement sur les lignes de faibles longueur.

Nous citerons encore les appareils de MM. Vavin et Fribourg, et de MM. Passaquay et André.

Télégraphes à transmissions multiples.

Lorsqu'on transmet une dépêche à l'aide d'un appareil quelconque, on produit une série de passages et d'interruptions du courant : or, pendant chaque interruption, la ligne reste libre, et le temps ainsi perdu pourrait être employé utilement à transmettre un autre signal, appartenant à une autre dépêche. Les appareils à transmissions multiples ont pour but d'éviter ces pertes de temps en envoyant sur un même fil plusieurs dépêches dont les signaux se succèdent alternativement. Deux commutateurs synchrones sont disposés au départ et à l'arrivée : le premier recueille dans l'ordre voulu les signaux des divers manipulateurs; le second les répartit entre les différents récepteurs. Ce principe a été appliqué pour la première fois par M. Rouvier en 1858, en faisant usage de deux pendules synchrones.

Télégraphe multiple de Meyer. — M. Meyer a construit, en 1872, un appareil multiple faisant usage de l'alphabet Morse. Les modèles les plus simples sont quadruples; ils comportent à chaque poste quatre manipulateurs, quatre récepteurs et un diviseur ou distributeur. Le diviseur et les récepteurs sont mus par un mouvement d'horlogerie, commandé par un poids et régularisé par un pendule conique.

Distributeur. — Le distributeur de l'appareil quadruple est un disque d'ébonite partagé en quatre secteurs, sur lesquels sont incrustées des lames métalliques. Chaque secteur communique avec l'un des manipulateurs. Au centre de l'appareil tourne, d'un mouvement uniforme, un chariot portant un frotteur en fils de laiton (fig. 933), qui appuie successivement sur les quatre secteurs.

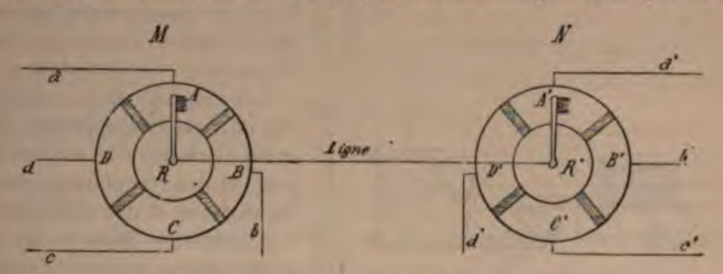


Fig. 933. — Diagramme du distributeur Meyer.

Les chariots RR' des deux postes correspondants sont en communication permanente avec la ligne. Un système de correction maintient un synchronisme parfait entre les deux appareils, de sorte que les deux chariots passent en même temps sur A et sur A', sur B et sur B', etc. Chacun des quatre manipulateurs se trouve donc relié au récepteur correspondant pendant un quart de tour : il se trouve ensuite isolé pendant trois quarts de tour, et ainsi de suite. La durée de la rotation est telle qu'un quart de tour suffise exactement à la transmission de la lettre la plus longue; pendant l'interruption qui suit, le télégraphiste doit préparer la lettre suivante, qui doit être toute formée sur le manipulateur, au moment où le chariot repasse sur le secteur correspondant.

Manipulateur. — Chaque manipulateur se compose d'un clavier à huit touches, alternativement blanches et noires. Au repos, chaque touche blanche communique avec la terre et avec le distributeur; chaque touche noire communique seulement avec le diviseur, mais se trouve en outre réunie à la touche blanche placée à sa gauche par un fil de dérivation (fig. 934); en appuyant sur une touche, on la met en rapport avec la pile.

D'autre part, chacun des quatre secteurs du distributeur est divisé en quatre groupes, formés chacun de trois lames, dont voici l'usage : la première communique avec une touche noire et correspond à un point, la seconde est reliée avec une touche blanche, et, jointe à la première, représente un trait; la troisième sert à décharger la ligne. Pour transmettre un point, l'employé appuie sur une touche noire, ce qui donne une émission brève, correspondant à une seule lame du distributeur. En pressant une touche blanche, le courant arrive au diviseur non seulement par cette touche, mais aussi par la dérivation de la touche noire voisine : on a

une émission deux fois plus longue, ce qui donne un trait. Pour transmettre une lettre, le télégraphiste appuie simultanément sur le nombre de touches noires ou blanches néces-

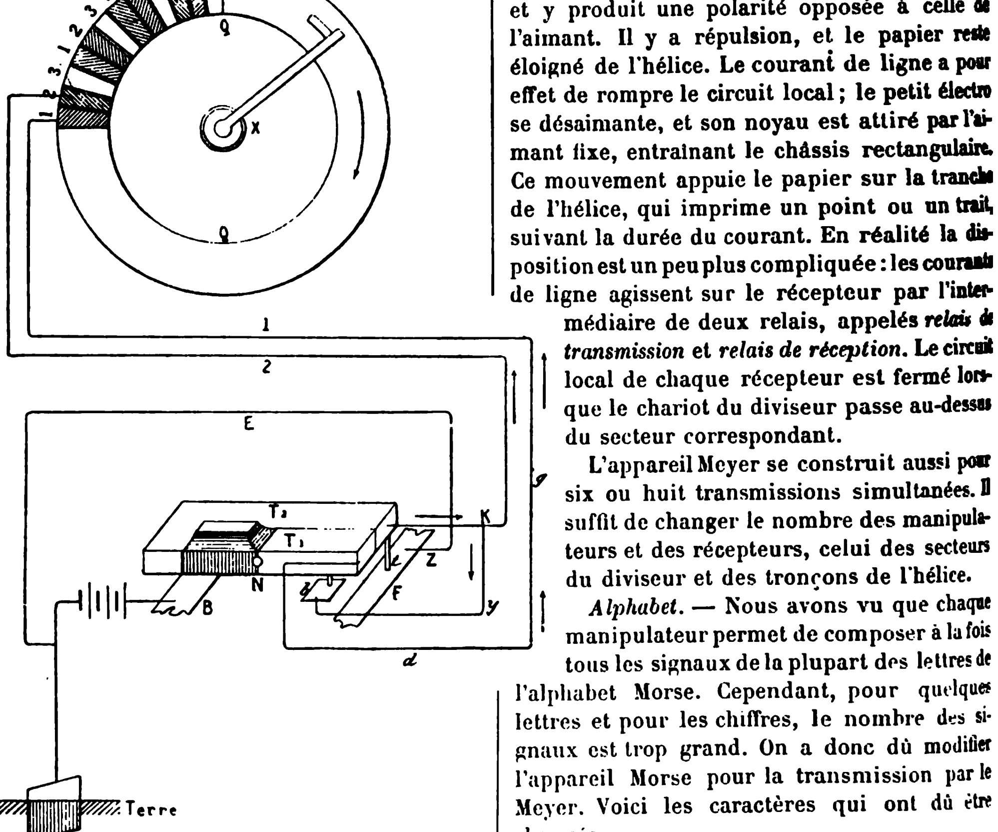


Fig. 934. — Communications électriques du manipulateur avec le distributeur.

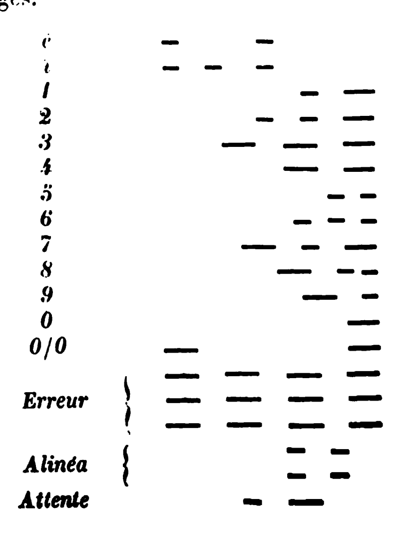
saires pour produire les signaux qui composent cette lettre. Le chariot, passant successivement sur toutes les lames du secteur correspondant, produit les émissions de courant convenables.

Récepteur. — A l'arrivée, les signaux s'impriment transversalement sur une large bande, où ils se lisent de bas en haut. L'organe imprimeur est, comme dans le télégraphe autographique du même inventeur, une hélice imbibée d'encre oléique et tracée sur un cylindre dont la hauteur est égale à son pas. Dans l'appareil quadruple, l'hélice est divisée en quatre parties dont chacune appartient à l'un des quatre récepteurs : la première dépend du récepteur qui communique avec le premier quadrant du distributeur, et ainsi de suite.

Dans chaque récepteur, la bande de papier est soutenue par un petit châssis rectangulaire, mobile entre les pointes de deux vis, et qui porte un petit électro-aimant placé en regard des pôles d'un aimant fixe en fer à cheval. Au repos, un courant local traverse le petit électro et y produit une polarité opposée à celle de l'aimant. Il y a répulsion, et le papier reste éloigné de l'hélice. Le courant de ligne a pour effet de rompre le circuit local ; le petit électro se désaimante, et son noyau est attiré par l'aimant fixe, entraînant le châssis rectangulaire. Ce mouvement appuie le papier sur la tranche de l'hélice, qui imprime un point ou un trait, suivant la durée du courant. En réalité la disposition est un peu plus compliquée : les courants de ligne agissent sur le récepteur par l'intermédiaire de deux relais, appelés *relais de transmission* et *relais de réception*. Le circuit local de chaque récepteur est fermé lorsque le chariot du diviseur passe au-dessus du secteur correspondant.

L'appareil Meyer se construit aussi pour six ou huit transmissions simultanées. Il suffit de changer le nombre des manipulateurs et des récepteurs, celui des secteurs du diviseur et des tronçons de l'hélice.

Alphabet. — Nous avons vu que chaque manipulateur permet de composer à la fois tous les signaux de la plupart des lettres de l'alphabet Morse. Cependant, pour quelques lettres et pour les chiffres, le nombre des signaux est trop grand. On a donc dû modifier l'appareil Morse pour la transmission par le Meyer. Voici les caractères qui ont dû être changés.



ıne confusion ne peut se produire dans ure, les caractères étant imprimés trans- ›ment et se trouvant différenciés au be- ır leur position relativement à la largeur ›ande.

lement. — L'appareil Meyer, dû à un ré des télégraphes français, a été d'abord ué pour la transmission quadruple sur la e Paris à Lyon, puis pour la transmission le de Paris à Marseille (1874). On obtint e premier cas un rendement de 22 à ts par minute et par employé, dans le environ 60 mots. Il est à peu près aban- en France, mais employé en Autriche- e, en Suisse, en Allemagne, en Italie et ›s Pays-Bas.

graphe imprimeur multiple de Baudot. Baudot est parvenu en 1874 à combiner cipe de la transmission multiple avec ssion en caractères ordinaires. Son ap- ı été essayé en 1875 sur une ligne allant s au Havre, revenant par Lisieux et pre- ›rre à Versailles. Il a reçu depuis de son de nombreux perfectionnements, et il est ʒe sur un grand nombre de lignes. Sur les grandes lignes, on emploie l'appareil quadruple, qui permet d'envoyer quatre dépêches à la fois par un même fil, quel que soit leur sens. Pour les lignes moins chargées, l'auteur a étudié un appareil double qui permet d'expédier deux dépêches dans le même sens ou en sens opposé.

L'appareil quadruple, que nous décrirons d'abord, comprend à chaque poste :

1 distributeur quadruple,
4 manipulateurs,
4 groupes de cinq relais récepteurs,
4 traducteurs.

L'ensemble des deux derniers organes constitue les récepteurs. Un poste Morse est adjoint à l'installation pour l'échange des communications de service.

Principe. — Dans l'appareil Baudot, chaque caractère est produit par cinq courants successifs, tous de même durée, mais les uns positifs, les autres négatifs. En arrangeant ces émissions de toutes les manières possibles, on obtient trente-deux combinaisons, reproduites ci-dessous.

Repos		—	—	—	—	—
A	*1*	+	—	—	—	—
B	*8*	—	—	+	+	—
C	*9*	+	—	+	+	—
D	*0*	—	+	+	+	+
E	*2*	—	+	—	—	—
É	*&*	+	+	—	—	—
F	*F*	—	+	+	+	—
G	*7*	—	+	—	+	—
H	*H*	+	+	—	+	—
I	*O*	—	+	+	—	—
J	*6*	+	—	—	+	—
K	*(*	—	—	—	+	+
L	=	+	+	—	+	+
M	*)*	—	+	—	+	+
Blanc des chiffr.		—	—	—	+	—

Erreur		—	—	—	+	+
N	*N°*	—	+	+	+	+
O	*5*	+	+	+	—	—
P	*0/0*	+	+	+	+	+
Q	*/*	+	—	+	+	+
R	–	—	—	+	+	+
S	*;*	—	—	+	—	+
T	*/*	+	—	+	—	+
U	*4*	+	—	+	—	—
V		+	+	+	—	+
W	*?*	—	+	—	—	+
X !	*,*	—	+	—	—	+
Y	*3*	—	—	+	—	—
Z	*:*	+	+	—	—	+
t	.	+	—	—	—	+
Blanc des lettr.		—	—	—	—	+

ıe combinaison représente deux signaux ts et fait imprimer, comme dans l'ap- lughes, soit une lettre, soit un chiffre, qu'on a produit d'abord la combinaison t le *blanc des lettres* ou celle qui fait tre le blanc des chiffres.

Le manipulateur est un clavier à cinq touches, qui sert à produire les combinaisons précédentes.

Le récepteur se compose de deux parties distinctes : un système de cinq relais polarisés, qui reçoivent les cinq courants produits par le

manipulateur, et un traducteur purement mécanique, qui, suivant la combinaison recueillie, fait imprimer la lettre correspondante.

Manipulateur. — Chaque manipulateur est un clavier à cinq touches (fig. 935), divisé en deux groupes : le premier, formé de deux touches, est manœuvré par le médius et l'index de la main gauche, l'autre, qui en comprend trois, par l'index, le médius et l'annulaire de la main droite. L'employé abaisse simultanément toutes

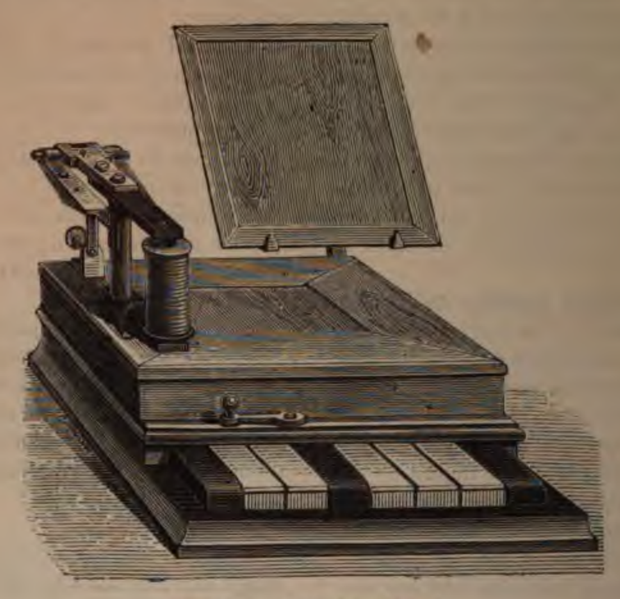


Fig. 935. — Manipulateur Baudot.

les touches qui doivent être frappées ; il est averti que la combinaison va se distribuer sur la ligne par un petit *frappeur de cadence*, placé sur l'appareil ou dans l'intérieur ; il sait alors qu'il est temps de combiner la lettre suivante. Un pupitre reçoit les dépêches à composer.

Un commutateur à manette, placé entre les deux groupes de touches, sert à mettre l'appa-

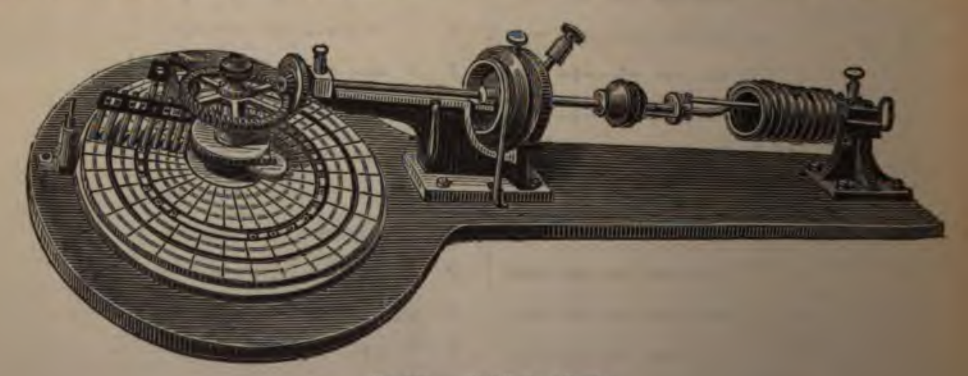


Fig. 936. — Distributeur Baudot.

reil sur transmission ou sur réception. Dans ce dernier cas, un verrou s'engage sous la première touche de droite et l'immobilise.

Chaque touche est munie de deux buttoirs, placés l'un en avant, l'autre en arrière. Les buttoirs postérieurs, ou *buttoirs de repos*, sont tous reliés au pôle négatif d'une pile, mise à la ter- d'autre part.

Les buttoirs antérieurs, appelés *buttoirs* *travail*, communiquent tous avec le pôle posi- d'une autre pile, reliée au sol par son pô- négatif. Les touches sur lesquelles on app-

t toucher les buttoirs de travail et en-
sur la ligne des courants positifs; les
restent en contact avec les buttoirs de
t lancent des courants négatifs.

Une autre paire de buttoirs assure l'impression en local en lançant dans le récepteur le courant d'une pile particulière, pour faciliter le contrôle des transmissions.

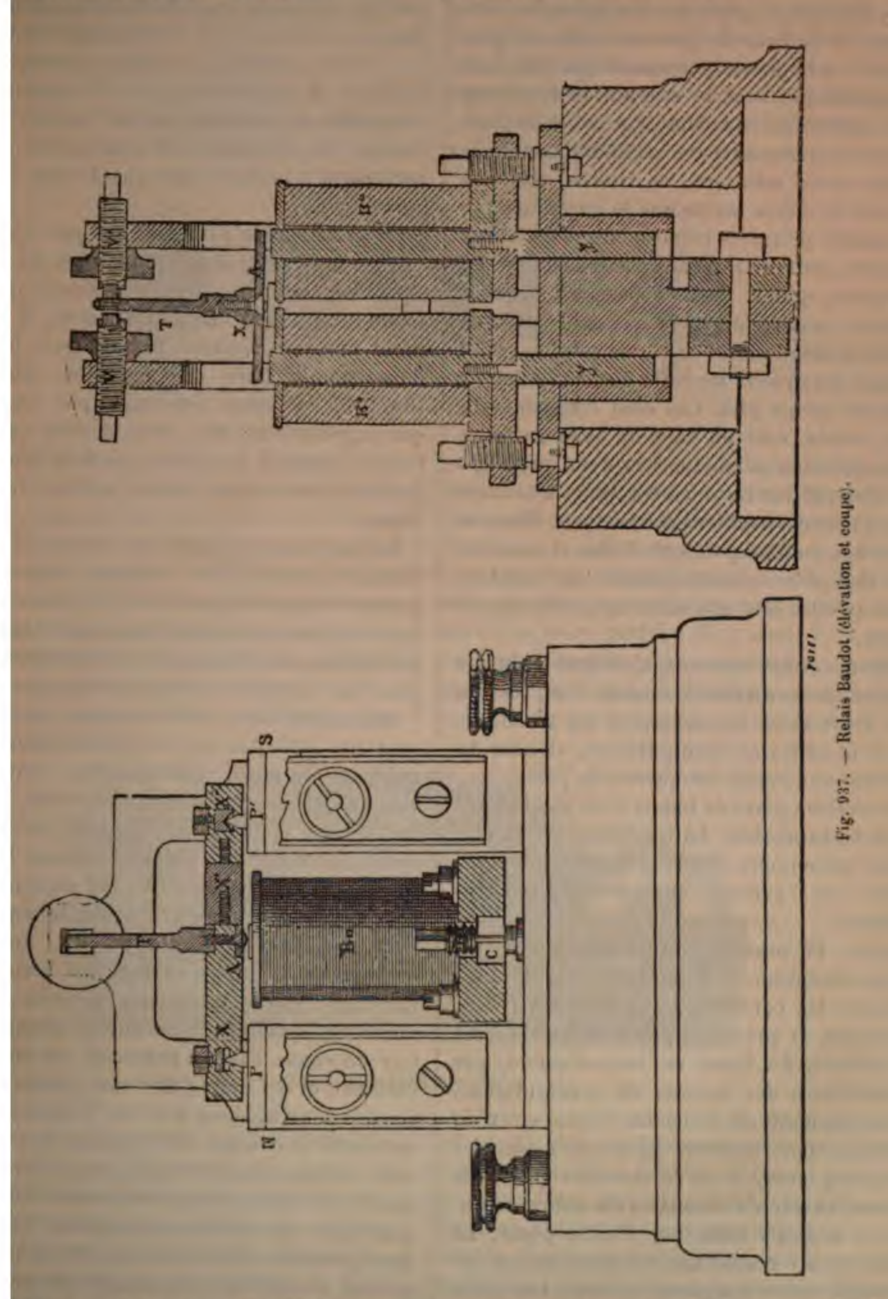


Fig. 937. — Relais Baudot (élévation et coupe).

uteur. — Cet organe (fig. 936) se com-
n disque d'ébonite divisé en cinq sec-
pour chaque appareil, plus un secteur
ction, destiné à maintenir le synchro-
ntre les deux appareils. Les quatre premiers secteurs étant identiques, il suffit d'en examiner un.

Chacun de ces secteurs comprend un certain nombre de plaques métalliques, isolées les unes des autres et disposées sur neuf cercles concen-

triques. Au-dessus tourne un bras horizontal isolant, portant dix balais métalliques, qui frottent sur les cercles précédents. Neuf de ces balais sont placés en ligne droite sur le bras mobile ; le dixième est porté par un appendice fixé en avant de ce bras. Le premier balai, en partant de la périphérie, communique par une lame métallique avec le second, le troisième avec le quatrième, le cinquième avec le huitième, le sixième avec le septième, enfin le neuvième avec celui qui se trouve placé en avant, sur le même cercle que le quatrième.

Les quatre premiers cercles, en partant de la périphérie, sont divisés, dans chaque secteur, en cinq parties égales. Dans le premier, les cinq fragments sont réunis tous ensemble et avec le plot de transmission : ce cercle est donc relié à la ligne, lorsque la manette du manipulateur est placée sur ce plot. Les cinq fragments du second cercle sont en rapport avec les cinq touches du manipulateur. Les deux premiers balais frottent sur ces deux cercles et font communiquer successivement la ligne avec chacune des touches du manipulateur. Celles-ci envoient tour à tour des courants positifs ou négatifs, suivant qu'elles sont abaissées ou qu'elles ne le sont pas.

Les deux cercles suivants, ainsi que les balais correspondants, servent à assurer l'impression locale. Pour cela, les segments du troisième cercle sont reliés au manipulateur, et ceux du quatrième aux relais récepteurs du poste.

La troisième paire de balais n'est pas utilisée dans la transmission. La quatrième et la cinquième actionnent divers organes, tels que frappeur de cadence, électro-frein, électro-aiguilleurs.

Lorsque la manette du manipulateur est mise sur réception, c'est encore le distributeur qui envoie les courants reçus dans les relais. Dans ce cas, la première paire de balais n'est plus utilisée. La ligne se trouve reliée, par l'intermédiaire des touches du manipulateur, avec les segments du troisième cercle; ceux du quatrième étant toujours en rapport avec les relais récepteurs, c'est la seconde paire de balais qui envoie dans ceux-ci les courants positifs ou négatifs émis par l'autre poste. La troisième paire établit une communication intermittente entre la ligne et la terre. Les deux dernières jouent le même rôle que précédemment.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que les distributeurs des deux postes correspondants doivent être parfaitement synchrones. S'il y a une petite différence, elle est corrigée automatiquement par l'envoi de courants dans un relais polarisé, qui agit à son tour sur l'*électro-aimant correcteur*. L'armature de celui-ci pousse une tige qui s'engage entre les dents d'une roue dentée reliée au bras mobile du distributeur, et l'arrête pendant le temps nécessaire pour rétablir la concordance. Si le synchronisme est parfait au moment où se trouve lancé le courant de correction, ce courant se rend directement à la terre sans passer par le relais correcteur.

Le distributeur peut être mû par un poids, par un moteur hydraulique tel que la turbine Humblot, ou par un moteur électrique analogue à celui de M. Deprez. Il reçoit le mouvement par une courroie passant sur la gorge d'une poulie fixée sur un arbre horizontal (fig. 936); cet arbre se termine par un pignon qui engrène avec une roue dentée calée sur l'arbre vertical qui porte le bras mobile. Un frotteur excentrique sert à arrêter le mécanisme.

Le *régulateur de vitesse* se compose d'une tige vibrante munie d'un curseur assez lourd, qu'une crémaillère permet de déplacer dans un sens ou dans l'autre pour faire varier la vitesse. On emploie souvent aussi le régulateur décrit plus loin à propos de l'appareil double.

Relais récepteurs. — Nous avons vu que les courants émis par un poste parviennent au distributeur du poste correspondant, qui les envoie aux relais récepteurs. Ces relais, au nombre de cinq pour chaque appareil, sont formés chacun d'un aimant permanent dont les pôles NS portent des pointes PP', qui servent de pivots à l'axe XX', autour duquel tourne la palette A (fig. 937). Cette palette, suspendue comme un fléau de balance, se termine par une tige T placée entre deux vis de contact VV', que nous appellerons buttoir de travail et buttoir de repos. Elle est polarisée au contact de l'aimant, et ses deux pôles sont placés au-dessus des deux bobines B°B° de l'électro-aimant, qui reçoit le courant de la ligne. Ces bobines sont commandées par les tiges *yy*, qui permettent de les élever ou de les abaisser. On obtient ainsi une très grande sensibilité. La palette étant polarisée s'incline d'un côté ou de l'autre, suivant le sens du courant qui traverse l'électro; la tige T suit ce mouvement et vient toucher l'une des vis VV'.

Il en est de même pour les cinq relais de l'appareil : les tiges s'inclinent à droite [illegible] relais qui reçoivent un courant po[illegible]

pour ceux qui reçoivent un courant néga-
uis elles restent dans cette position jus-
l'arrivée du signal suivant. Les cinq tiges
duisent donc la combinaison figurée par le
pulateur correspondant : ainsi, si l'on a
mis la lettre U,

+ − + − −

emière et la troisième tige s'inclinent à
, les autres à gauche (fig. 938).

Traducteur. — La combinaison lancée par le manipulateur et répétée par les relais polarisés doit être transmise jusqu'à l'organe imprimeur, et traduite en un caractère imprimé : c'est là le rôle du traducteur. Cet organe est placé dans l'intérieur du récepteur, dont l'ensemble est représenté figure 939. On voit en avant le rouet, la roue des types et la bande de papier.

Le *traducteur* ou *combinateur* est formé d'une roue T (fig. 940), calée sur l'axe A, qui porte à



Fig. 938. — Orientation des relais polarisés.

xtrémité la roue des types, et dont la cir-
rence est munie de deux voies, *voie de tra-*
voie de repos. Ces voies portent des creux
reliefs, non figurés, disposés dans un
déterminé ; elles sont séparées par un
elet saillant *dd*, interrompu en face de la
F. L'axe A est mis en mouvement par un
e ou un petit moteur électrique, à l'aide
ignon engrenant avec la roue Q.
la circonférence de la roue T s'appuient

cinq leviers ou *chercheurs*, tels que p^1q^1, commandés par cinq électro-aimants imprimeurs, tels que E, appelés aussi *électro-aiguilleurs*. Le distributeur peut faire communiquer, à chaque tour, les électro-aiguilleurs avec une pile locale, mais par l'intermédiaire des armatures des relais et de leurs buttoirs de travail. Le courant local ne traverse donc un électro-aiguilleur que si le relais correspondant a reçu de la ligne un courant positif. Ceux dont les relais ont reçu

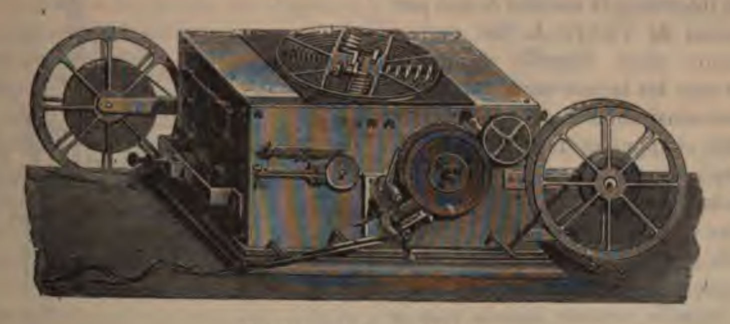


Fig. 939. — Récepteur Baudot.

urants négatifs restent inactifs. Cette dis-
n de relais a l'avantage de donner à
reil une plus grande puissance mécani-
es électro-aimants imprimeurs, action-
r une pile locale, attirent leurs arma-
plus fortement que ne peuvent le faire
ais, qui reçoivent seulement le courant
e.
ue électro-aiguilleur E est muni d'une
ure *a*, fixée à un ressort terminé par un
, qui s'appuie sur l'extrémité 1 d'un le-

vier coudé $1h1'$, mobile autour de l'axe h. Au repos, la branche 1 pénètre dans la première encoche *c* d'un ressort vissé sur la culasse de l'électro. En regard de la branche 1' se trouve une tige *t* ou *levier aiguilleur*, qui peut se déplacer horizontalement et qui commande l'un des chercheurs, par exemple p^1 q^1, le faisant passer sur la voie de travail lorsqu'elle est elle-même poussée vers la droite.

Si l'une des touches du manipulateur envoie un courant négatif, l'armature du relais cor-

respondant reste sur son buttoir de repos, l'électro-aiguilleur ne reçoit pas de courant : la branche 1 reste dans la première encoche, la tige *t* ne se déplace pas et le chercheur reste sur la voie de repos.

Si, au contraire, une touche du man
teur envoie un courant positif, l'armatur
l'électro-aiguilleur correspondant est atti
crochet appuie sur le levier *h*, qui tou
prend la position 2*h*2', indiquée en pointi

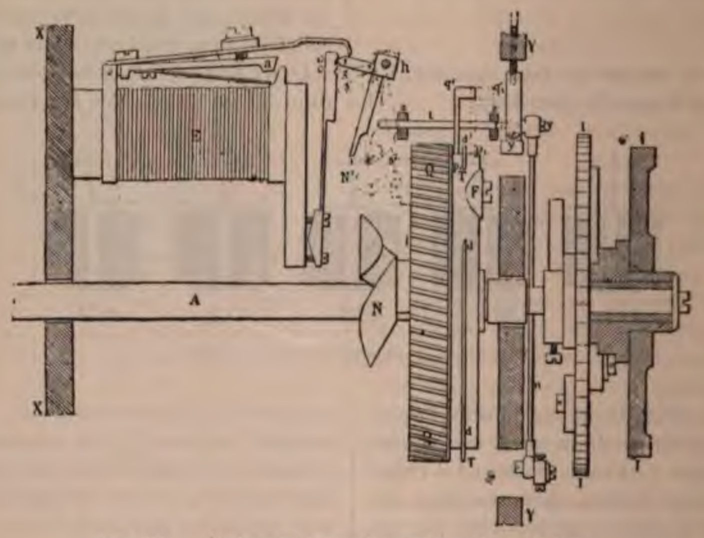


Fig. 940. — Électro-aiguilleurs et mécanisme du traducteur.

branche 2 se trouvant dans l'encoche *c'*. L'extrémité 2' presse alors légèrement contre la tringle *t*, mais sans la déplacer.

C'est alors qu'intervient la navette N, qui participe à la rotation de l'arbre A. Cet organe porte une rainure dans laquelle s'engagent successivement tous les leviers occupant la position 2'; ils sont ainsi amenés dans la position plus inclinée 3*h*3' et appuient fortement sur la tringle *t* correspondante, ce qui fait passer le chercheur dans la voie de travail. A chaque tour de l'appareil, les chercheurs correspondant aux courants positifs passent donc dans la voie de travail, tandis que ceux dont les relais ont reçu des courants négatifs restent dans la voie de repos. Les chercheurs ainsi disposés, l'impression se produit au moment convenable, puis la navette N, qui n'a pas abandonné les leviers *h*, les rejette en arrière par la forme de sa rainure; tous les leviers coudés reviennent se fixer dans les encoches *c* et l'appareil est prêt à recevoir une nouvelle lettre.

Examinons maintenant le rôle des chercheurs. Nous avons déjà vu qu'ils peuvent se déplacer sous l'action des tiges *t* de manière à se placer les uns dans la voie de travail, les autres dans la voie de repos. Ils répètent ainsi la combinaison transmise par le manipulateur et

forment pour chaque signal une dispositio
ractéristique. On voit de plus (fig. 941) qu

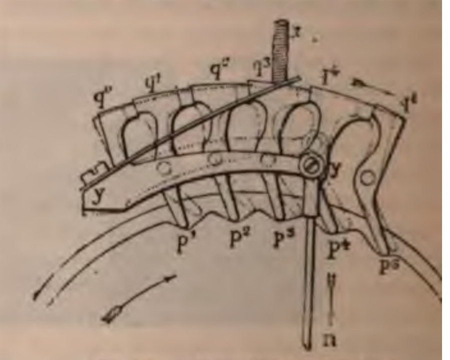


Fig. 941. — Disposition des chercheurs.

organes ont la forme de petits marteaux
puyant par leur tête *q* les uns sur les a
tandis que les pointes *p* sont en contact a
circonférence du traducteur. q^{o} est un
supplémentaire articulée avec la pièce y
est liée elle-même à la tringle *n* et peut l
mouvoir de haut en bas, par l'interm
d'un ressort-lame commandé par la vis x
au moment où la tige *n* s'abaisse que se p
l'impression ; mais, pour que ce mouvem
n se produise, il faut que tous les cherc

t dans des creux du traducteur et s positions figurées en traits pleins, peut avoir lieu que pour une seule cette pièce, celle qui correspond dont les chercheurs reproduisent ison. Le mouvement de haut en ge *n* appuie alors le papier sur la ypes, et la lettre s'imprime. Pendant e de la rotation du traducteur, il y au moins un des chercheurs qui ne dans un creux de cet organe. Toutes appuyant les unes sur les autres, il des marteaux se trouve ainsi incliné r tous les autres à prendre la même elle qui est figurée en pointillé : la cline aussi vers la gauche, la tige *n* au haut de sa course et l'impression produire. Dès que la lettre est im- came F ramène dans la voie de re- s chercheurs qui se trouvent dans la vail.

e imprimeur. — Il nous faut décrire écanisme par l'intermédiaire duquel ent de haut en bas de la tige *n* pro- ession.

nisme comprend une roue des types, conférence porte des caractères en ettres et les chiffres étant alternés, *d'impression*, analogue à la roue de de l'appareil Hughes. La roue d'im- t en arrière de la roue des types, et rganes sont solidaires, sans que leur invariable. Elles sont, en effet, ca- double manchon. Celui qui porte la ression (fig. 942) est lié à l'axe par un partenant à cet arbre; à la roue est ssort *z*, dont l'extrémité s'engage ncoche pratiquée à la partie supé- doigt *t*. En cas d'arrêt brusque, la gagée et ne suit plus la rotation de

des types, qui est supposée enlevée re, est portée par un manchon ter- n levier à trois branches *sss*, égale- ées. La plus longue branche *x* s'en- deux buttoirs *rs* fixés sur la roue n; le ressort *u* appuie sur son extré- npêche de passer d'un buttoir à l'au- 'est sous l'action d'une force énergi- eux autres branches pénètrent dans *mn*, mobiles autour de vis à portée, e telle sorte que l'un des renflements ouche toujours un des creux de la ression. Le creux 14, correspondant s lettres, est obstrué lorsque la tige *x* s'appuie sur le buttoir *s*, le creux 31 (blanc des chiffres), lorsque *x* repose sur le buttoir *r*. L'appareil imprime des lettres dans le premier cas, des chiffres dans le second. Ce mouvement de bascule est produit par le passage de la came B à travers le creux obstrué par la griffe.

La tige, que nous avons appelée précédemment *n*, et dont le mouvement de haut en bas produit l'impression, est représentée en pointillé en *bb* (fig. 942). En s'abaissant, cette tige

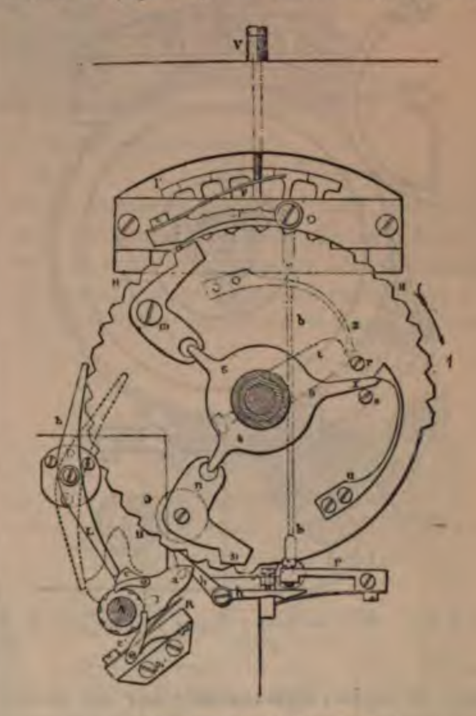


Fig. 942. — Roue d'impression.

entraîne la pièce *p*, mobile autour de la vis qui lui sert d'axe. L'extrémité de cette pièce appuie sur le levier coudé *hh*, terminé par un crochet qui maintient la came B. Ce levier bascule également et abandonne la came, qui se trouve poussée vers la gauche par le ressort R : sa pointe pénètre dans les dents de la roue d'impression H, qui l'entraîne jusqu'à ce qu'elle ait atteint la position verticale, figurée en pointillé. Dans ce mouvement, la came B entraîne le levier LL et la roue à rochet montée sur son axe A et qui lui est unie par le cliquet *c*. Pendant ce déplacement, le cliquet *c'* saute quelques dents du rochet. La roue d'impression, dont les dents ont abandonné la came B, continue sa rotation, et l'appareil est automatiquement remis en place par le galet G, qui repousse le levier LL et par suite fait basculer vers la droite

la came B, dont le doigt *a* est de nouveau maintenu par le crochet du levier *hh*.

Impression et progression du papier. — L'impression est produite par la rotation de gauche à droite de la came B, qui appuie le papier sur la roue des types, représentée figure 943. La

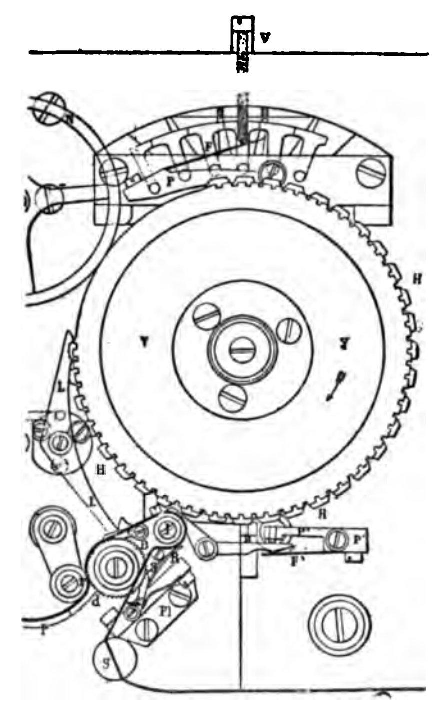


Fig. 943. — Roue des types et organes de progression du papier.

bande de papier, emmagasinée sur un rouet, passe sur les guides *gg'*, puis sur une garniture de liège maintenue horizontalement sur la pièce B par la vis I, et s'applique enfin sur le tambour *d*, solidaire du rochet décrit plus haut, et dont la surface est finement striée pour mieux entraîner la bande, qui est appuyée par le compresseur *r*. Le mouvement de droite à gauche de la pièce B produit l'impression et fait avancer le papier sur les guides *gg'*; la rotation du rochet, entraîné par le cliquet *c*, fait passer le papier entre *d* et *r* et le maintient tendu. L'encrage est produit, comme dans l'appareil Morse, par un tampon imbibé d'encre oléique et frottant sur la roue des types. Ce tampon se voit à gauche, au haut de la figure 943.

Organes accessoires. — Nous avons déjà indiqué en passant un certain nombre de ces organes. On nomme *chambre des communications* un compartiment ménagé dans la table qui porte le distributeur, et dans lequel sont placées les bornes fixées à chacun des contacts et les fils souples qui les rattachent aux diverses parties de l'appareil.

Le moteur qui met en marche le traducteur est muni d'un organe appelé *électro-frein*, qui sert à maintenir un accord suffisant entre la marche de cet appareil et celle du distributeur. Pour cela, le moteur du traducteur possède une vitesse un peu plus grande que celle du distributeur, et l'électro-frein le ralentit à chaque tour de la quantité nécessaire. C'est un électro-aimant dans lequel le distributeur envoie une fois par tour un courant local, d'intensité constante, dont la durée est réglée automatiquement par l'appareil lui-même. La communication momentanée entre le distributeur et l'électro-frein s'établit à l'aide du *fermeur de circuit*.

Appareil Baudot double. — M. Baudot a étudié, pour les lignes moins chargées, un appareil plus simple que le précédent.

Le distributeur se compose seulement de trois secteurs, deux pour la transmission, un pour la correction. Il porte cinq cercles métalliques, dont les quatre premiers sont formés de segments isolés et le cinquième d'une bande continue. Le premier communique avec les électro-aimants récepteurs, le second et le troisième avec les divers organes des manipulateurs, le quatrième avec la pile locale, et le dernier avec la ligne.

Le chariot, qui tourne dans un plan vertical, est formé de trois bras portant chacun une paire de frotteurs. La première paire s'appuie sur les cercles 1 et 2, la seconde sur les cercles 3 et 5; la dernière est formée de deux balais disposés à la suite l'un de l'autre et frottant sur le quatrième cercle, en laissant toujours entre eux l'intervalle d'un contact.

Électro-aimants accrocheurs. — La transmission se fait ici plus lentement qu'avec l'appareil quadruple, si le chariot tourne avec la même vitesse. Pour diminuer la fatigue de la manipulation et éviter les erreurs de transmission, M. Baudot a imaginé d'*accrocher* les trois dernières touches du manipulateur jusqu'à la fin de la transmission du signal. Pour cela, chacune de ces touches se termine par une languette de fer doux F, au-dessus de laquelle se trouve un électro-aimant boiteux N polarisé (fig. 944). Lorsque la touche est au repos, la languette F est trop loin de l'aimant pour qu'il puisse l'attirer; mais, lorsqu'on a appuyé sur cette touche, il la maintient abaissée jusqu'à ce qu'on lance dans la bobine E un courant de sens convenable

ur affaiblir l'aimantation du noyau. Ce cou-
nt est lancé automatiquement par le distribu-
ur dès que les balais de cet organe ont passé
r le contact relié à la touche considérée.

Régulateur de vitesse. — M. Baudot a aussi combiné pour l'appareil double un régulateur de vitesse moins encombrant que celui décrit plus haut, et qui du reste est souvent appliqué

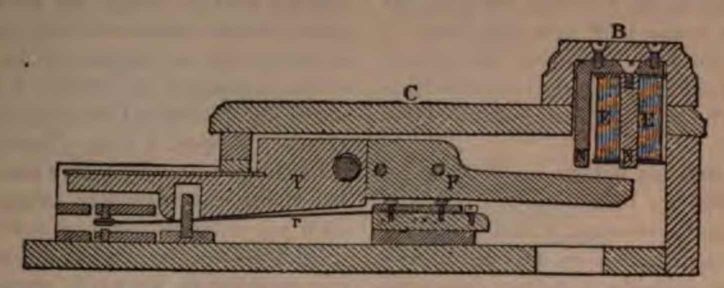


Fig. 944. — Manipulateur Baudot avec électro-aimants accrocheurs.

'appareil quadruple. Cet organe est formé
ıne masse métallique M (fig. 945), tournant
tour de l'axe H, dans une boite cylindrique
rmée par deux platines parallèles *pp*, *p'p'*.
tte masse est traversée par deux guides *tt*, *t't'*, et soutenue par deux forts ressorts *bb'*, fixés par l'autre extrémité; elle porte deux ressorts *ff*, dont les extrémités libres, entourées de filasse, s'appuient sur les platines *pp*, *p'p'*. Quand la vitesse augmente, la masse M s'écarte

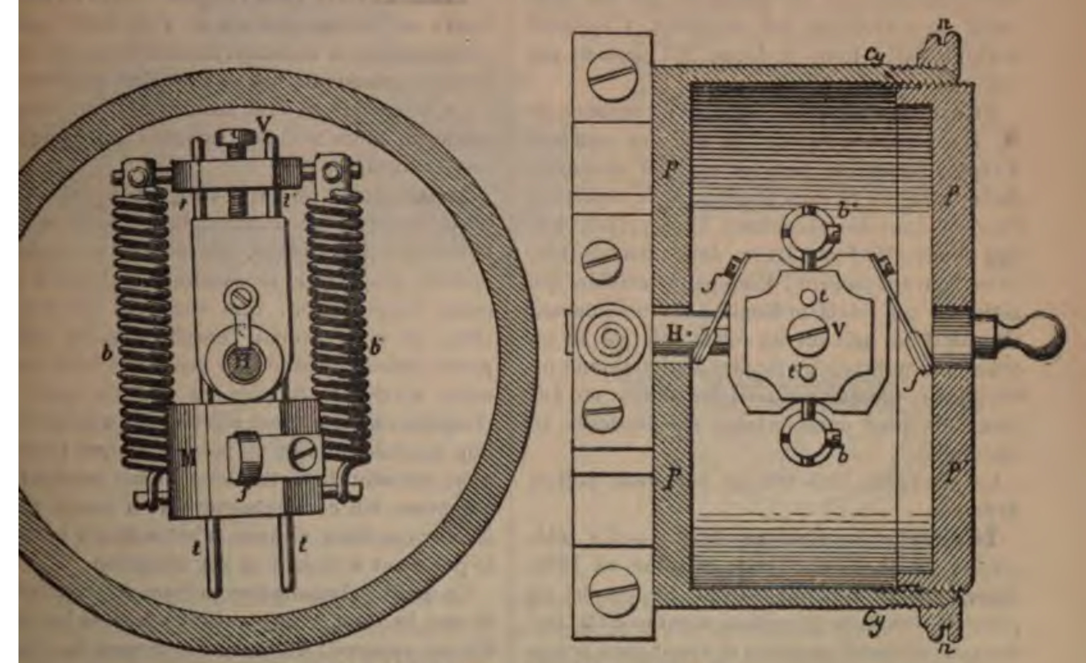


Fig. 945. — Régulateur de vitesse (élévation et plan).

plus en plus de l'axe H, à cause de la force
ntrifuge; les ressorts *ff* décrivent sur les
atines des cercles de plus en plus grands, et
ugmentation de frottement qui en résulte ne
rde pas à rendre le mouvement uniforme.
réglage se fait en tendant plus ou moins les
ssorts *bb'* à l'aide de la vis V, et en vissant plus ou moins la platine *p'p'*; le collier *n* sert à l'immobiliser ensuite.

Rendement. — L'appareil double donne un rendement de 3 300 mots à l'heure. Il est employé en France sur les lignes qui relient Paris aux villes de Caen, Clermont et Nantes, entre Marseille et Nice, Marseille et Bordeaux, Bor-

deaux et Toulouse. Dans le service international, il fontionne entre Paris et Rome, avec relais à Turin.

Dans l'appareil quadruple, la vitesse de rotation du distributeur est d'environ 165 tours par minute, ce qui donne 1 500 mots par heure et par récepteur, soit 6 000 mots pour un appareil quadruple. Cet appareil est employé entre Paris et les villes de Bordeaux, Brest, le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Toulouse.

Télégraphe multiple Delany. — M. Delany a construit en 1886 un télégraphe multiple qui est muni, comme le précédent, d'un distributeur circulaire. Ce distributeur est mis en marche par un système analogue à la roue phonique décrite plus haut (Voy. STÉNO-TÉLÉGRAPHIE). Les courants de ligne arrivent à des relais qui actionnent des récepteurs composés, selon l'usage américain, de simples parleurs. On fait usage de manipulateurs ordinaires.

Le distributeur met l'appareil à la terre entre chaque secteur pour décharger la ligne. Le synchronisme, qui est maintenu par des courants de correction, est excellent. L'appareil sextuple fait 3 tours et donne 257 contacts par seconde.

Télégraphe sextuple Field. — Le système de M. Field repose sur ce fait que des courants d'espèce différente peuvent circuler ensemble dans un même fil sans se gêner et se répartir à l'arrivée dans des récepteurs appropriés à chacun d'eux. M. Field lance donc dans le fil : 1° un courant continu, d'intensité variable, qui actionne un relais ordinaire ; 2° un courant alternatif qui agit sur un relais polarisé ; 3° un courant à ondulations rapides, qui actionne un téléphone. Chaque appareil fonctionne en duplex : on peut donc envoyer six dépêches simultanées.

Les courants sont fournis par deux petites dynamos.

Télégraphe harmonique Gray. — Le télégraphe de M. Élisha Gray, imaginé en 1874, repose sur le principe suivant. Supposons au poste de réception un certain nombre d'électro-aimants, disposés en série, et ayant pour armatures un nombre égal de tiges d'acier, pouvant rendre des sons bien différents, au poste de départ une pile divisée en autant de tronçons qu'il y a d'électros. Sur chaque fraction de la pile on place une dérivation, contenant une lame vibrante et une vis de contact qu'elle vient frapper à chaque vibration, la dérivation se trouvant interrompue entre la vis et la lame, lorsque celle-ci est immobile. Supposons de plus que chacune des lames vibrantes, dont le mouvement est entretenu électriquement, donne respectivement le même nombre de vibrations que l'armature de l'un des électros. Chaque lame produit dans le courant des variations très rapides : chaque récepteur choisit en quelque sorte à l'arrivée les ondulations qui lui conviennent, et les armatures se mettent à vibrer. Si l'on arrête une des lames, l'armature correspondante revient au repos. A l'aide d'interruptions courtes et longues, on peut faire une sorte d'alphabet Morse et transmettre autant de dépêches qu'il y a de lames vibrantes et de récepteurs.

En Amérique, on emploie, dit-on, sur un certain nombre de lignes de chemins de fer un système de ce genre fonctionnant en duplex.

On trouvera à l'article suivant la description des appareils télégraphiques appropriés à des usages spéciaux (télégraphie militaire, sous-marine, etc.) et ce qui concerne l'installation des postes.

TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. — Art de construire les télégraphes ou de s'en servir pour communiquer à distance. L'installation des appareils précédents varie avec les conditions dans lesquelles on veut les utiliser; leur forme même peut être modifiée suivant l'usage auquel on les destine.

Installation d'un poste télégraphique. — Un poste télégraphique contient toujours un manipulateur, un récepteur, une pile et un certain nombre d'appareils accessoires, destinés à assurer l'exploitation. Une sonnerie électrique (Voy. ce mot) avertit l'employé qu'un autre poste désire correspondre avec lui : cette sonnerie n'est pas montée en tension avec le récepteur, mais elle est placée dans une dérivation spéciale, afin qu'on puisse, lorsque l'appel a été entendu, la mettre hors circuit pendant la réception. Un commutateur sert à ouvrir et à fermer ces deux circuits, c'est-à-dire à mettre le poste sur sonnerie ou sur réception.

Un petit galvanomètre permet de constater *de visu* le passage du courant à travers les différents appareils du poste : il permet de constater et de rechercher les dérangements. On emploie pour cela de petits modèles spéciaux. Les uns sont verticaux (fig. 946) : un aimant plat et circulaire est suspendu comme un fléau de balance dans l'intérieur d'une bobine de même forme; il porte un index léger, qui se déplace devant un cadran vertical.

D'autres modèles sont horizontaux (fig. 947) une aiguille aimantée horizontale, munie d'

e d'agate, repose sur un pivot au centre d'un
iplicateur vertical ; un cadran horizontal
ue la déviation.

in, un paratonnerre (Voy. ce mot) pré-
les appareils des accidents que pourraient
ionner les orages.

appareils doivent être disposés de ma-
que la communication entre deux postes
e qu'un seul fil. Nous allons donner quel-
exemples de l'installation d'un poste avec les divers systèmes d'appareils télégraphiques.

La figure 948 montre le plan d'un poste Morse. La pile est mise à la terre par son pôle négatif, et communique par le pôle positif avec la borne *pile* du manipulateur. La borne *réception* de celui-ci est reliée à la borne L du récepteur, dont l'autre borne est à la terre. Enfin, de la borne *ligne* du manipulateur part un fil qui se rend à un commutateur rond ou bavarois C, puis se bifurque : l'une des branches va à la sonnerie S, et de là au sol ; l'autre traverse un paratonnerre à fil fin Pf, puis un paratonnerre à pointes Pp, et se rend enfin à la ligne.

Le rouet I emmagasine les bandes de papier qui ont servi ; on remet ensuite ces bandes en rouleaux ; on les cachète, on inscrit sur le pourtour le numéro du fil, l'indication du poste, le jour et l'heure de la mise en service et de la clôture, et la signature de l'employé qui l'a terminé. Ces rouleaux sont conservés dans les archives, pour faciliter les recherches.

Quand on transmet, le courant suit le chemin MCG, Pf, Pp et la ligne. Lorsque le poste est attaqué, le courant de ligne arrive par Pp, Pf, GCS et va à la terre ; on tourne alors le commutateur, et, à partir de ce moment, le courant suit la direction CMR et se rend au sol.

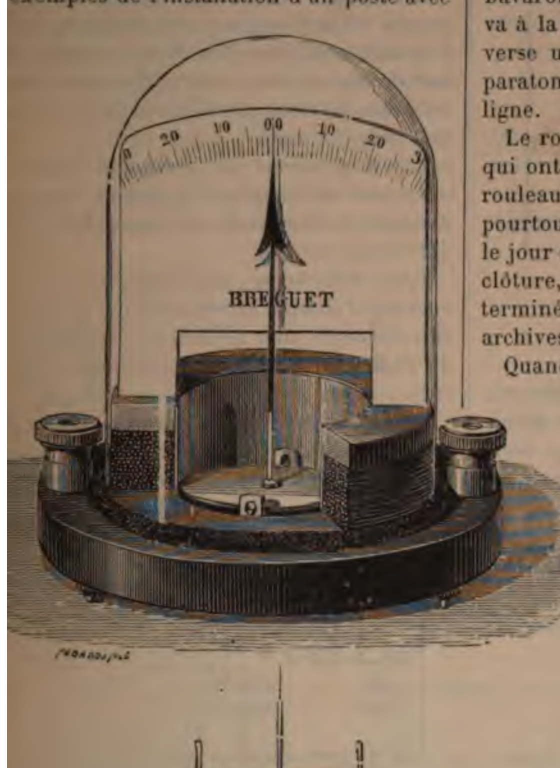


Fig. 946. — Galvanomètre télégraphique vertical.



Fig. 947. — Boussole télégraphique horizontale.

disposition qui précède est celle d'un
extrême ; celle des postes intermédiaires
peu différente. Ce poste peut être embro-
ur la ligne, mais on préfère ordinaire-
le mettre en dérivation.

s les postes embrochés, la borne T du ré-
ur communique avec la seconde section
ligne par l'intermédiaire d'un paraton-
. En général, tous les récepteurs fonc-
ent en même temps, sauf celui du poste
ransmet. Pour simplifier le réglage, il
ent d'employer à tous les postes des récepteurs de même résistance, ainsi que des piles de même nature et en nombre égal.

Courant continu. — Le système du courant continu est très employé en Amérique et en Allemagne ; on ne l'emploie en France que pour les usages militaires. Il consiste à faire passer dans la ligne un courant permanent : le poste qui veut transmettre interrompt ce courant, puis le rétablit en manipulant. On a l'avantage qu'une seule pile suffit pour les deux postes ; mais elle s'épuise très rapidement.

La transmission par courant continu néces-

site les changements suivants dans les communications. Au poste qui contient la pile, le fil de ligne est relié à la borne T du récepteur, les bornes *ligne* et *réception* du manipulateur sont

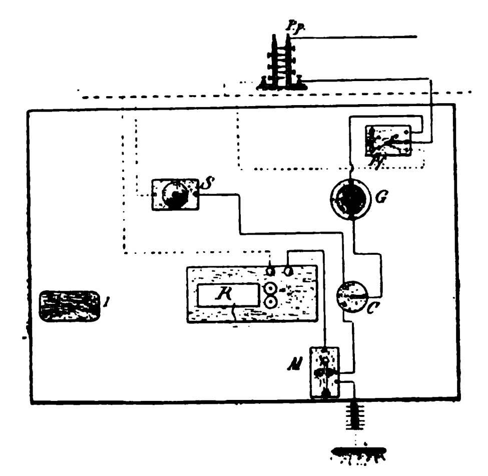


Fig. 948. — Poste télégraphique Morse.

réunies par un fil volant. Au poste dépourvu de pile, la ligne arrive à la borne *pile* du manipulateur, dont les deux autres bornes sont reliées comme dans l'autre poste. De plus, les vis de réglage des manipulateurs sont toujour serrées à fond, pour établir la continuité d circuit. Le poste qui veut transmettre desserr la vis de son manipulateur pour ouvrir le cir cuit, puis il transmet comme d'ordinaire. L'opé ration terminée, la vis de réglage est serrée d nouveau. Il est évident que les deux récepteur fonctionnent à la fois, ce qui fournit un moye de contrôle.

Les rappels (Voy. ce mot) permettent d'atta quer à volonté deux postes différents à l'aid d'un même fil. Les relais (Voy. ce mot) permet tent de transmettre à une plus grande distance les relais peuvent aussi être montés en transla tion (Voy. ce mot).

Les dispositions qui précèdent s'appliquen aussi bien au télégraphe à cadran; nous avon indiqué, en décrivant cet appareil, le rôle de différentes bornes.

Poste Wheatstone automatique. — Ce post comprend comme accessoires une sonnerie, un galvanomètre, une résistance additionnelle ou de compensation et un paratonnerre à bobine sans pointes.

La ligne arrive à la borne L du paraton nerre *p* (fig. 948), passe par la borne A au gal vanomètre *g* et de là à la borne L' du transmet

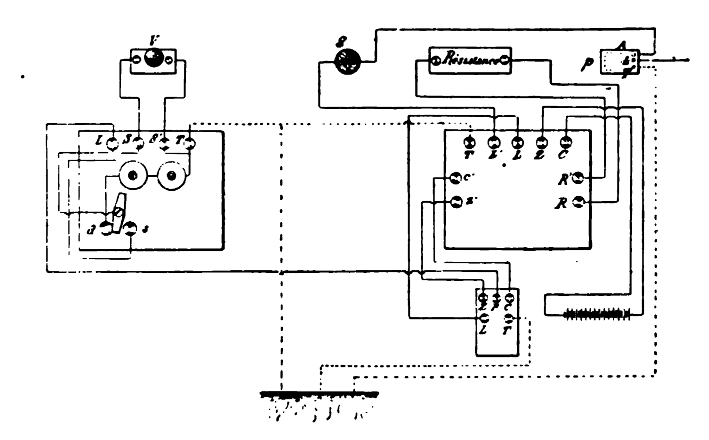


Fig. 949. — Installation d'un poste Wheatstone.

teur. Celui-ci est relié à la résistance par les bornes RR', à la pile par les bornes CZ, au manipulateur par les bornes L, C', Z', qui communiquent respectivement avec les bornes L, C, Z de ce dernier. Le manipulateur à son tour est en rapport par sa borne R avec la borne L du récepteur, relié lui-même à la sonnerie V par les bornes SS'. Enfin, les bornes T du manipulateur, du récepteur, du transmetteur et du paratonnerre sont reliées au sol.

Lorsque le transmetteur est ouvert, le man pulateur et le récepteur se trouvent hors circui et la pile est mise en rapport avec la ligne p les organes du transmetteur. Lorsqu'il e fermé, la pile communique avec les bornes C du manipulateur.

Dans la transmission automatique, les co rants passent par L'*gp* et la ligne. Quand manipule à la main, le courant va de la b du manipulateur à la borne L du

metteur et prend ensuite le même chemin.

Le récepteur est sur sonnerie quand son mouvement est arrêté. En le mettant en marche, on appuie la manette du commutateur sur la borne *a* : la sonnerie est isolée, et la borne L en communication avec les bobines de l'électro-aimant. Le courant de ligne passe par *pg*, L' et . du transmetteur, L et R du manipulateur, . du récepteur, *a*, l'électro-aimant et la terre.

Poste du télégraphe Hughes. — L'appareil Hughes est muni de trois bornes, P, L, T. La première communique avec la vis de contact *a*, la seconde avec le plot *c*, la troisième avec la manette M de l'interrupteur, la lame 2 du commutateur et l'axe du levier d'échappement *l*. La vis *b* communique avec le contact *m* de la manette, avec le support de la palette, le ressort interrupteur *d*, sur lequel s'appuie la came de correction, et avec la lame 4 du commutateur ; la lame 1 de celui-ci est en rapport avec l'entrée du fil des bobines, la lame 3 avec la sortie.

Des deux postes qui correspondent, l'un A emploie des courants positifs, l'autre B des courants négatifs (fig. 950).

Lorsque B transmet, la lèvre du chariot en se soulevant fait basculer le levier *e'f'* et met le ressort *f'* en contact avec la vis *a'*. Le courant de P' passe sur la ligne par *f'c'*L'. En même temps, la tige *g'* fait déclencher le levier d'échappement *l'*, et produit l'impression de contrôle.

Au poste A, le courant suit L*cfbd*, les lames 4 et 1 du commutateur, l'électro-aimant, les lames 3 et 2, la borne T et la terre. La palette se soulève, et met en jeu le mécanisme imprimeur. Aussitôt que le levier d'échappement est déclenché, la came de correction abandonne le

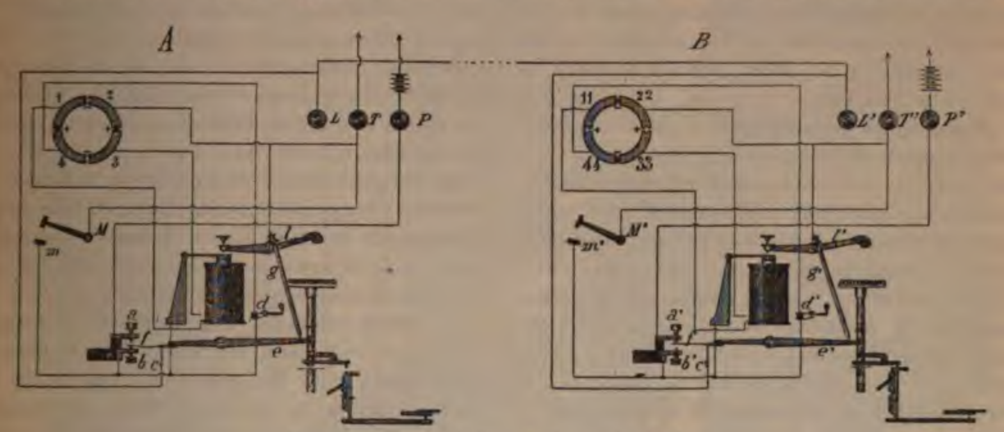


Fig. 950. — Communications de deux postes Hughes.

ressort *d*; le circuit se trouve rompu en *d* et le courant, abandonnant les bobines, passe entièrement par la dérivation qui comprend la vis *b*, le support de la palette soulevée, le levier d'échappement et la borne T.

Lorsque c'est A qui transmet, les courants émis suivent une marche analogue. (MONTILLOT, *La Télégraphie actuelle.*)

Pour les télégraphes multiples, tels que celui de Baudot, l'ensemble des communications devient extrêmement compliqué, et nous nous bornerons aux indications contenues dans l'article précédent.

Pour ce qui concerne l'installation des lignes, on trouvera les détails nécessaires aux mots CABLE, CONDUCTEUR, FIL et LIGNE.

Télégraphie domestique. — En réalité, les télégraphes ont été remplacés aujourd'hui dans les usages domestiques par les sonneries et les téléphones. Si l'on veut cependant faire usage de télégraphes, on emploie des postes Morse ou des appareils à cadran, soit les modèles de l'Administration, soit d'autres un peu plus petits et un peu plus simples, fabriqués spécialement pour ces applications. La composition des postes et les communications sont telles que nous l'avons indiqué plus haut.

Télégraphie municipale ou de quartier. — On emploie dans certaines villes des appareils télégraphiques simplifiés, donnant seulement des indications peu nombreuses, mais d'un usage fréquent : ces appareils servent notamment à appeler les pompiers ou les agents de police lorsque c'est nécessaire. Nous avons décrit à l'article AVERTISSEUR des appareils de ce genre.

En Amérique, on a employé, surtout avant l'invention du téléphone, des appareils formés d'une petite boîte ronde dont le cadran porte les

indications utiles : médecin, pompiers, police, voiture, etc. Une aiguille peut tourner sur ce cadran. Pour appeler, on appuie d'abord sur un levier, qui fait tinter la sonnerie du poste de secours; on est averti par une sonnerie que l'appel a été entendu. On tourne alors l'aiguille pour la placer sur l'indication convenable. Le récepteur peut être analogue à celui du télégraphe Bréguet : son aiguille suit alors les mouvements de celle du manipulateur. Le manipulateur peut aussi contenir une roue dentée tournant sous l'action d'un mécanisme d'horlogerie : les dents frottent successivement sur un ressort, et chacun des contacts lance un courant, qui, au poste d'arrivée, fait tracer un trait sur une bande de papier. On peut disposer les dents de manière à obtenir une combinaison déterminée de traits, qui indique le lieu d'origine et l'inscription sur laquelle s'est arrêtée l'aiguille du manipulateur. Chaque poste de police est ainsi relié à un certain nombre de postes de quartier.

Télégraphie pneumatique. — Dans les villes importantes, où les lignes sont très encombrées, on a adjoint aux télégraphes électriques des appareils pneumatiques permettant d'expédier un grand nombre de dépêches à la fois. Ce système a été appliqué à Londres en 1858, à Paris et à Berlin en 1866. Un grand nombre de dépêches sont mises en même temps dans un piston creux, placé dans un long tube qui relie les deux postes. On fait le vide devant ce piston et l'on introduit de l'air comprimé en arrière pour le faire avancer. En réalité, ce système relève plutôt de la poste que des télégraphes, puisqu'il expédie aux destinataires les originaux mêmes des dépêches; comme, d'autre part, il n'emprunte rien à l'électricité, nous n'insisterons pas davantage.

Télégraphie urbaine et interurbaine. — L'application la plus importante des télégraphes consiste à relier ensemble les quartiers des grandes villes et surtout les différentes villes d'une même contrée ou même de contrées différentes.

L'ensemble des communications d'une même contrée constitue un réseau. Théoriquement, chaque poste d'un réseau devrait être relié directement à tous les autres postes : une dépêche quelconque n'exigerait alors qu'une seule transmission. Mais les fils deviendraient ainsi extrêmement nombreux, leur installation et leur entretien seraient très coûteux : on a donc dû se borner à relier les postes les moins importants aux stations principales, d'après des règles dé-
terminées, qu'on trouvera à l'article Rés
Malgré cette restriction, le réseau français,
était formé en 1851 de 2 000 kilomètres de
en comprend aujourd'hui plus de 223 300 ki
mètres, desservant plus de 7 000 bureaux.

Dans les grandes capitales, les dépêches s
d'abord concentrées dans un bureau cent
d'où on les expédie ensuite en province
l'étranger; réciproquement, les dépêches
nant de province ou de l'étranger arrivent
bureau central, qui les répartit entre les di
quartiers.

A Paris, le bureau central est situé rue
Grenelle, et se compose d'un sous-sol, d'un r
de-chaussée et d'un premier étage. Le sous-
renferme les piles, composées d'envi
8 000 éléments Callaud, les turbines Humbl
qui commandent les distributeurs Meyer et B
dot, et les dynamos servant à l'éclairage du l
cal. Le service spécial de Paris occupe à lui s
200 piles, formant 12 groupes de 15 élémen
en surface; ces groupes sont réunis en tens
entre eux et avec 20 éléments supplémentair
Les grandes lignes exigent 6 groupes d'élémen
disposés par 3, 5 ou 6 en quantité et 80 ou 90
tension. Les appareils automatiques Wheatsto
demandent 70 couples, les Baudot multipl
deux piles de ligne de 100 éléments chacune
200 autres couples pour les piles locales.

Le rez-de-chaussée comprend les bureau
magasins, vestiaires, etc. L'entresol renferm
une grande salle où se trouvent 196 Morse
30 Hughes pour le service de Paris, de la ba
lieue et de certaines parties de la province. C
appareils sont manœuvrés par des femmes.

Enfin le premier étage se compose d'u
grande salle contenant les appareils Hugh
un Meyer quadruple, un Wheatstone autom
tique relié directement avec Fredericia (Da
mark, 277 kilomètres), avec relais à Calais.
l'extrémité de cette salle se trouvent les ros
(Voy. Téléphonie) des fils de ligne et de pile,
appareils de mesures pour la recherche des
rangements, etc.

Les ponts de Wheatstone sont dans une sa
particulière.

Les figures 951 et 952 représentent, d'ap
des photographies, l'intérieur de deux
grandes salles du poste central de Paris. Su
première, on voit les appareils Hughes spé
lement affectés au service de la presse et
relations avec l'étranger. La seconde mo
des appareils Hughes et des appareils multip
de Baudot qui sont en communication avec
différentes villes de provinces. On voit aup



de chaque appareil une pancarte indiquant la ville à laquelle il est relié.

Une autre salle, semblable aux deux premières, renferme des Hughes et des Morse manœuvrés par des dames; ces appareils reçoivent un certain nombre de fils de province, mais ils sont principalement destinés au service de Paris et de la banlieue.

Télégraphie sous-marine. — Sur les lignes sous-marines de faible longueur, la transmission ne présente pas de difficultés spéciales. Ainsi, sur le câble de Calais à Douvres, les appareils Morse donnaient à l'origine le même rendement que sur le réseau intérieur. Les premiers appareils Hughes, essayés sur cette ligne, étant plus sensibles, donnèrent des phénomènes de charge et de décharge et ne purent être employés. On a donc dû modifier leurs organes, mais l'appareil nouveau, tel que nous l'avons décrit à l'article précédent, fonctionne maintenant très régulièrement entre la France et l'Angleterre.

Sur les câbles transatlantiques, la question est rendue plus compliquée par la nature du câble, qui se comporte comme un condensateur, le collecteur étant représenté par l'âme conductrice, le condenseur par l'armature de fer, et la lame isolante par l'enveloppe de gutta-percha. Un courant lancé dans le câble charge d'abord ce condensateur avant d'arriver jusqu'à l'extrémité. Il faut donc, pour envoyer un signal, un temps variable non seulement avec la longueur et la résistance du câble, mais encore avec sa capacité électrostatique par mille marin. Dans ces conditions, l'arrivée du courant au récepteur et son extinction ne sont pas instantanées : le courant se manifeste avec une intensité qui est d'abord extrêmement faible, augmente ensuite lentement, passe par un maximum et décroît enfin peu à peu jusqu'à zéro. Chaque récepteur ne peut d'ailleurs fonctionner que pour une certaine intensité, d'autant plus faible qu'il est plus sensible. Il résulte de là qu'un signal pourra commencer avant que le précédent soit terminé, et la confusion sera généralement plus grande pour les appareils les plus sensibles. Pour corriger cette lenteur, on fait suivre ordinairement chaque émission principale d'une émission de compensation, plus courte et de sens contraire, destinée à ramener l'appareil au zéro.

La transmission est souvent troublée par des courants naturels d'origine peu connue. M. Varley a imaginé, pour faire disparaître cet inconvénient, de placer un condensateur à l'une des extrémités de la ligne, ou même un à chaque bout.

Pour diminuer les effets de la condensation, on a songé à faire usage de courants faibles, mais il a fallu alors recourir à des récepteurs très sensibles. On a employé d'abord un galvanomètre à réflexion de W. Thompson; l'aiguille, formée d'un ou de plusieurs petits morceaux de tôle aimantée, est collée derrière un petit miroir concave; on observait les déviations de l'image lumineuse projetée sur une règle divisée (Voy. MÉTHODE DU MIROIR). Le point de l'alphabet Morse était représenté par une déviation d'un certain sens, le trait par une déviation plus grande et de même sens. Le manipulateur était une clef de Morse. Ce système fut appliqué sur le câble transatlantique de 1858.

Avec cette méthode, il était nécessaire de laisser l'aiguille revenir exactement au zéro après chaque signal, afin de pouvoir distinguer les traits des points. Steinhell a imaginé d'employer des émissions positives pour les points et négatives pour les traits. De cette manière, on ne tient compte que du sens des déviations, et non de leur grandeur; il n'est donc pas besoin de laisser l'aiguille revenir complètement au zéro, et, le trait n'exigeant pas plus de temps que le point, le rendement se trouve augmenté. Le manipulateur est une clef à deux leviers, analogue aux appareils Estienne ou Hérodote, qui permet, en abaissant l'un ou l'autre, d'envoyer des courants positifs ou négatifs. Cette méthode fut appliquée sur le câble transatlantique de 18[illegible]

Siphon-recorder. — La méthode de Thomson et celle de Steinhell rendent la réception très pénible, l'employé devant suivre constamment des yeux le déplacement de l'image lumineuse ou *spot.* Sir W. Thomson a évité cet inconvénient en enregistrant les déviations de l'aiguille; l'appareil ainsi transformé porte le nom de *siphon-recorder* (Voy. ce mot), et donne un rendement de vingt-cinq mots par minute.

Manipulateur automatique de M. Maiche. — M. Maiche a imaginé, en 1886, un appareil de transmission destiné à faire disparaître le principal inconvénient que présentent actuellement les systèmes télégraphiques sous-marins.

Par suite de la capacité électro-statique des câbles, les signaux donnés par le siphon recorder ne sont pas aussi lisibles qu'on pourrait le désirer. Supposons, en effet, l'envoi [illegible] lettre formée par quatre émissions successives d'un courant de même sens, H par exemple. La première émission fera dévier le siphon d'une certaine quantité, la deuxième un peu

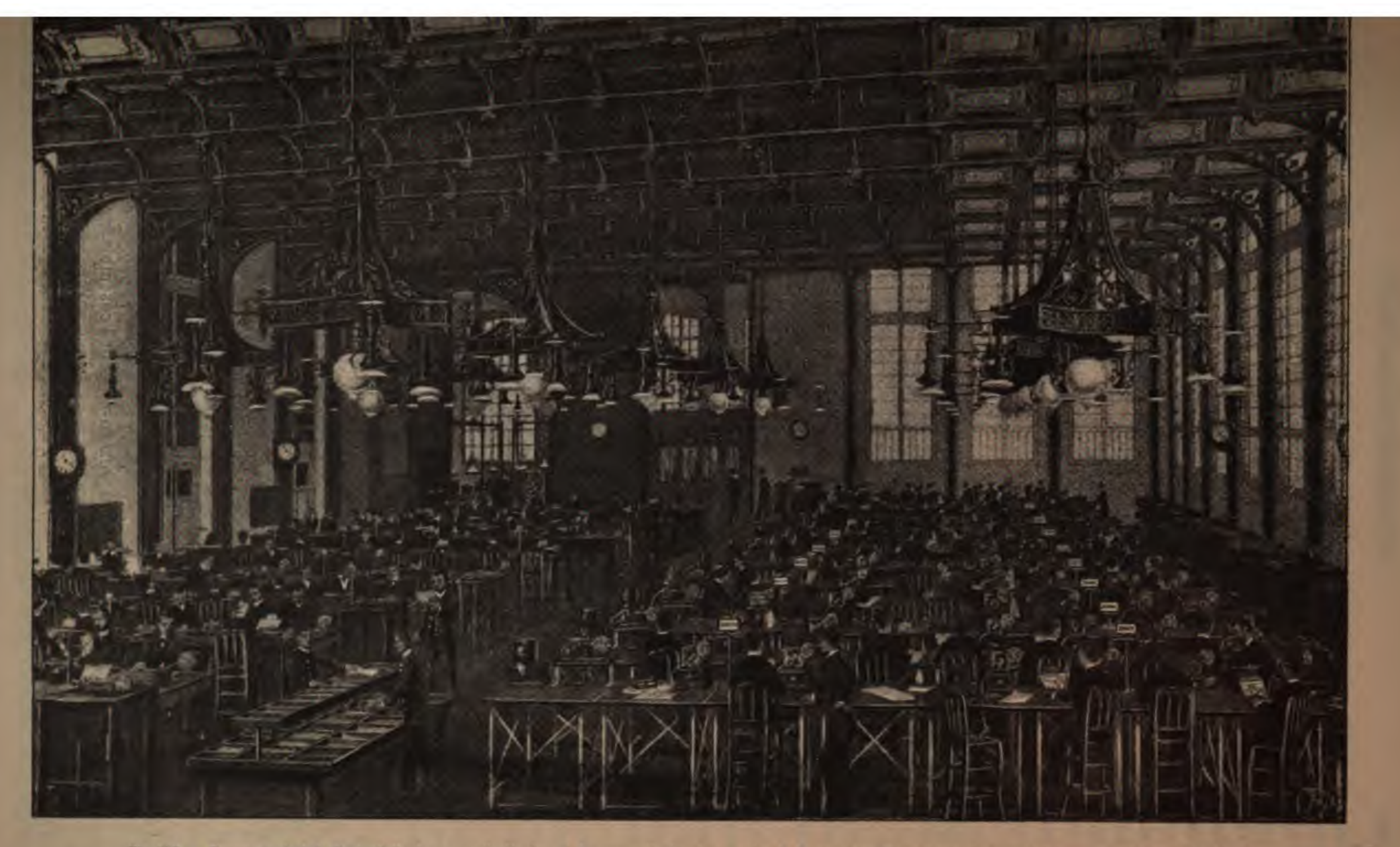


Fig. 952. — Bureau central de Paris. Salle des appareils Hughes et des appareils Baudot, service de la province (d'après une photographie communiquée par M. Schiltz).

plus et ainsi de suite; mais, dans l'intervalle de deux émissions, l'extrémité du siphon ne revient pas à la ligne médiane, considérée comme le zéro de l'appareil. Il en résulte qu'un courant de sens contraire, au lieu de faire passer le siphon de l'autre côté du zéro, ne suffit même pas toujours pour l'y ramener, ce qui rend difficile l'interprétation des signaux. M. Varley avait déjà essayé de remédier à cet inconvénient; puis MM. Thomson et Jenkin imaginèrent dans le même but un appareil décrit dans le *Journal de la Société des Télégraphes*. Enfin, M. Maiche a proposé d'intercaler entre le manipulateur ordinaire et le câbl manipulateur automatique de son inven

Cet appareil (fig. 953) se compose essenti ment d'un mouvement d'horlogerie dont l tesse de déroulement est parfaitement ré l'axe du dernier mobile porte deux excentri métalliques disposés sur l'axe à frotte doux. Un déclenchement électrique com d'un électro-aimant et d'une armature à l correspond à chaque excentrique et perm l'arrêter ou de le laisser tourner. Chacu électros est relié à l'une des lames d'un m pulateur inverseur ordinaire.

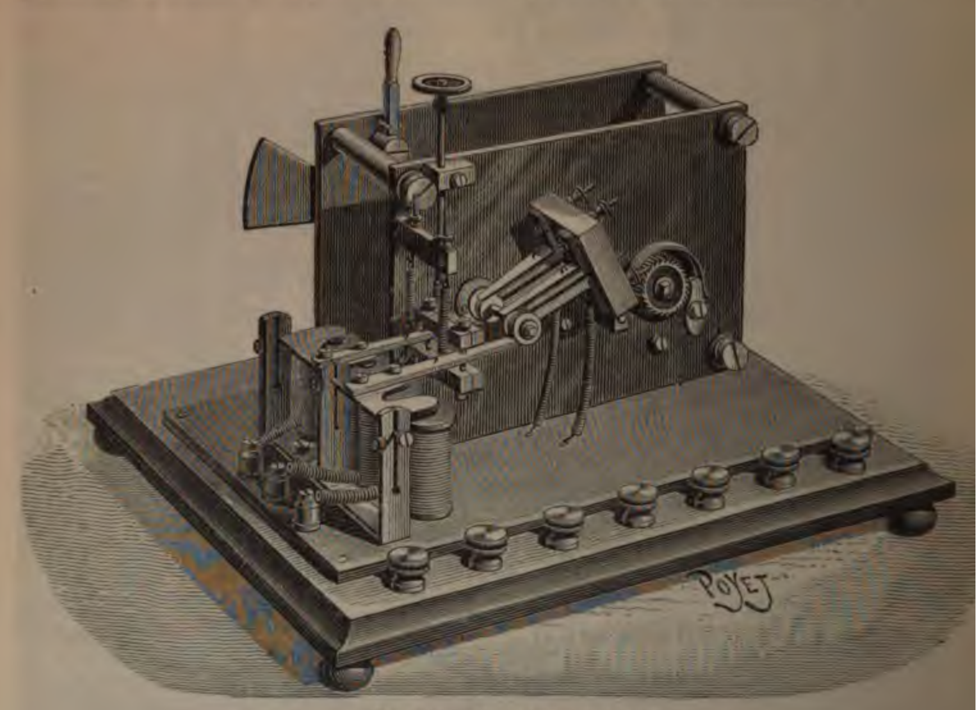


Fig. 953. — Manipulateur Maiche.

Chaque émission de courant venant du manipulateur détermine le déclenchement de l'un ou de l'autre des excentriques, lesquels correspondent respectivement au passage à droite ou au passage à gauche du siphon recorder, c'est-à-dire aux signaux qui représentent les traits et les points de l'alphabet Morse.

On obtient ainsi, soit dans un sens, soit dans l'autre, des émissions de courant qui ont toujours la même durée.

Au-dessus et au-dessous de chaque excentrique se trouvent deux lames de ressorts communiquant chacune avec l'un des pôles de la pile; il en résulte qu'à chaque tour de l'excentrique, deux courants de sens inverse envoyés sur la ligne : le premier est le co de transmission, l'autre le courant de ne lisation de la charge : celui-ci est tou d'une durée un peu moindre que le pre Cette disposition laisse constamment la li l'état neutre entre chaque signal, quelle soit la rapidité de la transmission.

Le système des quatre ressorts de conta réglable, soit isolément pour chaque lame, pour l'ensemble, au moyen d'une vis unic trique permettant le réglage même en ma Les signaux transmis sont reçus avec une larité qui se rapproche beaucoup de cell

l'on peut obtenir en local, et la lecture en devient aussi peu pénible que celle d'une bande Morse ordinaire.

Ce manipulateur automatique a été longuement expérimenté sur les câbles de la *Commercial Cable Company*, entre le Havre, Waterville et New-York, et son usage aurait permis de transmettre, soit en simplex, soit en duplex, avec une vitesse double de celle qu'on atteint sans son secours. La figure 954 représente la vue perspective de l'appareil et en fait suffisamment comprendre les dispositions. (Communiqué par M. Maiche.)

Autres appareils sous-marins. — Un certain nombre d'inventeurs ont modifié les appareils télégraphiques dans le but de les approprier aux lignes sous-marines : tels sont les télégraphes de M. Estienne et de M. Hérodote, décrits plus haut, qui dérivent du Morse. M. Ailhaud, puis M. Mandroux ont modifié le récepteur Hughes pour obtenir une décharge complète après chaque émission. Ces derniers appareils ont été essayés avec succès entre Marseille et Alger.

M. Ebel a construit aussi un enregistreur, dans lequel une armature composée, très légère, met, pendant le passage du courant, une bande de papier mobile en contact avec un galet constamment garni d'encre, et qui produit des signaux Morse. L'armature peut aussi porter, si on le préfère, un siphon analogue à celui de sir W. Thomson, et enregistrant des signaux de même nature.

Dans l'appareil Chameroy, les mouvements de l'aiguille aimantée font déplacer une image lumineuse sur un papier photographique mobile.

Enfin M. Maiche fait tomber la lumière réfléchie par le miroir d'un galvanomètre Thomson sur les palettes d'un radiomètre, qui tourne plus ou moins vite. La rotation est utilisée pour fermer un circuit local contenant un récepteur.

Télégraphie commerciale. — En Angleterre et aux États-Unis, on a songé à établir dans les villes importantes des réseaux particuliers servant à transmettre les cours de la Bourse aux abonnés. Aux États-Unis, la télégraphie commerciale a pris une grande extension : il existe de grandes compagnies s'occupant exclusivement de cette application.

L'appareil Wiley, destiné à cet usage, est muni d'une série de roues des types montées sur un même arbre, et dont chacune est réservée à l'impression des cours d'une valeur spéciale. L'impression se fait sur une large bande, où les cotes de chaque valeur apparaissent, à la fin de la séance, en longues colonnes juxtaposées avec les noms des valeurs en tête. Des services analogues peuvent être affectés à la presse, aux courses, etc. On peut aussi faire usage de la sténo-télégraphie ou du téléphone.

Un système analogue, établi en 1874 par M. de Piccioto, a fonctionné à Paris pendant dix ans; il s'est arrêté en 1884, l'administration ayant refusé de renouveler le contrat aux mêmes conditions.

Télégraphie des chemins de fer. — Dès l'origine, les compagnies de chemins de fer ont appliqué le télégraphe aux divers besoins de l'exploitation et notamment à la protection des trains. Avant l'emploi du télégraphe, lorsqu'un train avait acquis un retard déterminé, les locomotives de secours de toutes les gares qu'il aurait dû traverser devaient se mettre à sa recherche.

Le télégraphe permet de savoir immédiatement entre quelles stations il se trouve, quel est son retard, et, grâce aux postes de secours, les trains en détresse peuvent avertir rapidement les gares voisines. Ce n'est là qu'un exemple des nombreux services rendus par le télégraphe dans l'exploitation des chemins de fer.

Toutes les stations possèdent un poste télégraphique, desservi par les employés ordinaires dans les petites gares, par des employés spéciaux dans les grandes. Toutes les stations sont reliées par un fil appelé *fil omnibus ;* en outre, un *fil direct* relie seulement les grandes gares. Sur les grandes lignes, on ajoute souvent un *fil semi-direct*, passant par les gares de moyenne importance. Pendant longtemps les postes de chemins de fer étaient composés d'appareils Bréguet, plus faciles à lire. Sur l'exemple des compagnies du Nord et de l'Est, on a généralement adopté maintenant le Morse, afin de conserver la trace écrite des dépêches et de déterminer plus facilement les responsabilités en cas d'accident.

Sur les lignes à voie unique, on s'assure généralement par télégraphe, avant de laisser partir un train, que la voie est libre jusqu'à la prochaine station, et l'on avertit ainsi le chef de cette station, qui ne laisse aucun train s'engager en sens contraire.

En Amérique, le rôle du télégraphe est encore bien plus important. La ligne est divisée en sections, longues de 100 à 200 kilomètres. Un agent télégraphique spécial, nommé *dispatcher*, installé à la gare la plus importante de la section, concentre tous les renseignements télégraphiques sur la marche des trains et lance tous les ordres nécessaires à leur sécurité. Tous les récepteurs de la section sont montés en

série. Le dispatcher transmet le nom de la gare à laquelle il s'adresse; celle-ci répond, et il envoie alors la dépêche, qui n'est pas lue par les autres gares.

Outre les postes télégraphiques des stations, les compagnies de chemins de fer emploient aussi des postes auxiliaires de secours, qui peuvent être installés en divers points de la voie ou même placés sur les trains, et qui servent à prévenir les gares voisines en cas d'accident.

M. de Baillehache a proposé l'emploi d'un système fort simple, dont on trouvera la description à l'article Rail isolé.

La compagnie du Nord place les postes de secours dans les maisons de garde-ligne, de façon que le conducteur d'un train en détresse ait à faire au plus deux kilomètres pour en trouver un. Le sens dans lequel il faut marcher pour arriver au poste le plus voisin est indiqué par des flèches, généralement placées sur les poteaux télégraphiques. Le mot *Télégraphe* est en outre inscrit sur les maisons qui renferment ces postes. L'appareil, placé tout près de la porte d'entrée, se compose d'un récepteur et d'un manipulateur Bréguet, à deux directions, fixés sur une petite armoire qui sert en même temps d'abri pour la pile. L'appareil est embranché sur la ligne, et les deux manipulateurs sont, au repos, sur *Communication directe*, pour que la ligne ne soit pas interrompue. Devant chacune de ces manettes, une étiquette indique le nom de la station qu'elle peut relier à l'appareil. Quand on referme la boîte, deux oreilles, fixées extérieurement aux manettes, les repoussent automatiquement sur leur position de repos, pour éviter que la ligne reste interrompue à ce poste.

Les piles de ces postes sont montées en sens inverse de celles des stations, de sorte que les appels provoquent le déclenchement d'une sonnerie d'urgence (voy. ce mot), pourvue d'un indicateur optique. Cette sonnerie ne fonctionne que sous l'action des courants négatifs et tinte jusqu'à ce que l'indicateur ait été relevé. Les agents des gares doivent répondre aux appels des sonneries d'urgence, toute affaire cessante.

On construit aussi des postes mobiles, qui se placent sur chaque train; tel est le modèle (fig. 954), construit par la maison Bréguet, et formé d'une boîte qui renferme un récepteur et un manipulateur à cadran, et une pile placée dans la base B. En France, ce système n'est plus employé que par la Compagnie du Midi : un fil spécial est installé pour cet usage le long de la voie; l'appareil est mis en communication, d'une part avec un fil par une tige métalliq de l'autre avec la terre.

La compagnie de l'Est emploie un po Morse portatif, disposé par MM. Dumont et baret, et destiné à l'organisation d'un serv temporaire dans une section ordinairement pourvue de télégraphe, à l'exploitation pro soire d'une ballastière, au sectionnement m

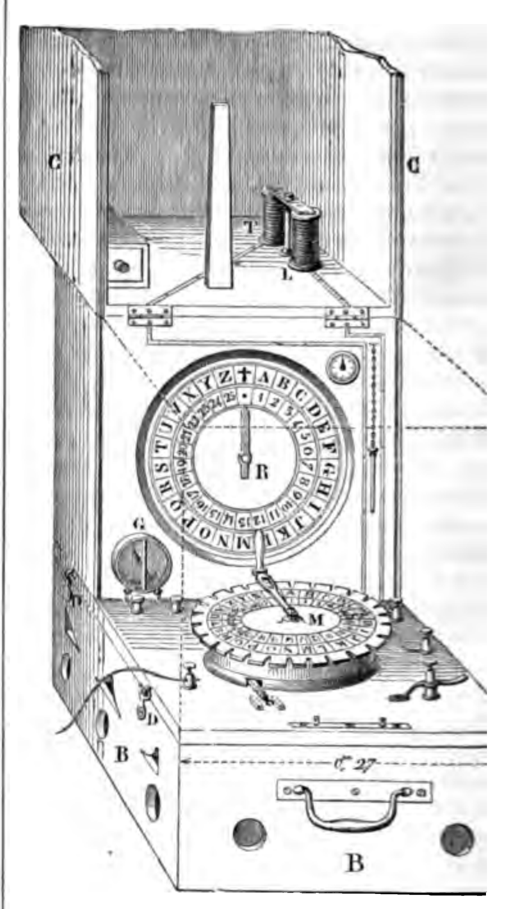


Fig. 954. — Poste portatif Bréguet.

mentané d'une ligne à voie unique sur laqu on veut assurer une circulation excepti nelle, etc. Dans tous ces cas, il serait trop l d'expédier sur les lieux et de monter un p complet. Le poste portatif de MM. Dumont Cabaret comprend deux boîtes, dont l'une r ferme un récepteur et un manipulateur Mo un rouet, un commutateur de ligne à deux rections, un commutateur de pile, un galva mètre vertical, un paratonnerre à papier, relais annonciateur à deux directions, syst Sieur, un porte-encrier, un encrier, un M notes. Le manipulateur et le récepteur s

modèle courant, de sorte qu'on puisse au
n les remplacer facilement.
utre caisse renferme vingt-quatre élé-
s de pile en série et divers accessoires. Les
sont du système Leclanché légèrement
fié : elles se composent d'un vase d'ébo-
enfermant un mélange de coke, de pétrole
chlorhydrate d'ammoniaque, un crayon de
on plongeant dans ce mélange et un zinc
ré d'une gaine de toile. Au moment de
ervir, on introduit dans chaque couple une
ne quantité d'eau au moyen d'une mesure
n entonnoir qui sont placés dans la caisse,
que quatre conducteurs souples, un serre-
our établir le contact à la terre, une lime
eleur pour décaper le rail, divers outils,
obine de fil recouvert, deux flacons d'en-
éique, dix-huit rouleaux de papier et di-
ccessoires de rechange. Pour se servir du
, on place la première caisse sur un sup-
uelconque ou même sur le sol, on l'ouvre
on qu'elle serve de table, et l'on établit
mmunications avec la terre et avec le fil
ne.

appareils destinés à l'exploitation des
ins de fer et décrits aux mots Block-sys-
ntercommunication, etc., peuvent être con-
és comme faisant partie de la télégraphie
hemins de fer.

égraphie météorologique. — Le Verrier a
ué le premier en France un service régu-
d'observations météorologiques. Chaque
les observations faites en tous les points
rritoire et dans les principales villes de
nger sont concentrées par le télégraphe à
rvatoire de Paris et servent à dresser une
qui donne l'état général de l'atmosphère,
i est expédiée immédiatement sur tous les
s intéressés. On peut observer ainsi la
nce des bourrasques et des cyclones et
ir, dans une certaine mesure, la marche
ble de ces dangereux météores. Cette tâche
cilitée par les renseignements reçus cha-
our d'Amérique. Nos côtes ont été divisées
atre régions, celles des Iles Britanniques
x. Deux fois par jour, tous nos ports
gent leurs observations, qui sont com-
uées aussi aux ports anglais. Les rensei-
ents ainsi recueillis rendent de grands
es aux navires qui sont sur le point de
r les ports, et d'une manière générale à
les personnes qui ont intérêt à connaître
ps probable.

États-Unis d'Amérique ont installé des
ers un service d'avertissements météoro-logiques. L'Angleterre, l'Allemagne, la Prusse, l'Italie, la Russie ont suivi cet exemple.

Télégraphie militaire. — Il est inutile d'insister sur les services que peut rendre la télégraphie dans les opérations militaires. Néanmoins, pendant les guerres de Crimée et d'Italie, nous dûmes recourir à des télégraphistes civils ; et, même en 1870, notre organisation était encore trop imparfaite pour fonctionner régulièrement, tandis que les Allemands purent construire plus de 300 milles de ligne, en réparer plus de 1 000 et exploiter plus de six cents stations télégraphiques.

L'organisation de la télégraphie militaire française a été réglée par le décret de novembre 1874. Modifiée par le décret du 23 juillet 1884, puis par celui du 27 septembre 1889 actuellement en vigueur, elle se compose de :

Directions ;
Sections de première ligne ;
Sections de deuxième ligne ;
Parcs télégraphiques ;
Service du territoire.

Le tout est complété par le service de télégraphie légère fait par la cavalerie et par celui qui est organisé dans les autres corps de troupes pour leurs besoins particuliers.

Le matériel employé dans l'armée française est installé dans des voitures, attelées par les soins du train des équipages. Les voitures réglementaires sont actuellement au nombre de cinq :

La voiture-poste, modèle 1884 ;
Le chariot ;
La dérouleuse ;
La voiture légère ;
Le chariot à perches.

A ces modèles vient s'ajouter le fourgon 1874 du modèle général de l'armée.

Les anciennes voitures 1874 ont été modifiées et sont utilisées dans les Directions pour le transport des archives, etc.

Chaque pile est formée de douze petits éléments Leclanché montés en tension et renfermés dans une boîte munie de bornes extérieures.

Les appareils portatifs sont du système Morse et comprennent sous un très petit volume : un récepteur, un manipulateur, un commutateur placé au milieu (fig. 956), un paratonnerre à stries (voy. ce mot) situé à gauche, un galvanomètre vertical, à droite un encrier contenant d'un côté de l'encre ordinaire et de l'autre de l'encre oléique pour le tampon.

Le manipulateur diffère des modèles ordinaires par une disposition qui permet de constater l'état des piles et des communications, en

faisant passer directement le courant dans les électro-aimants du récepteur. Les noyaux de ces électro-aimants peuvent être légèrement élevés ou abaissés à l'aide d'un bouton moleté, afin de régler la sensibilité. Les appareils cents sont à culasse scindée et portent pièce supplémentaire qui permet de les ins ler en courant continu.

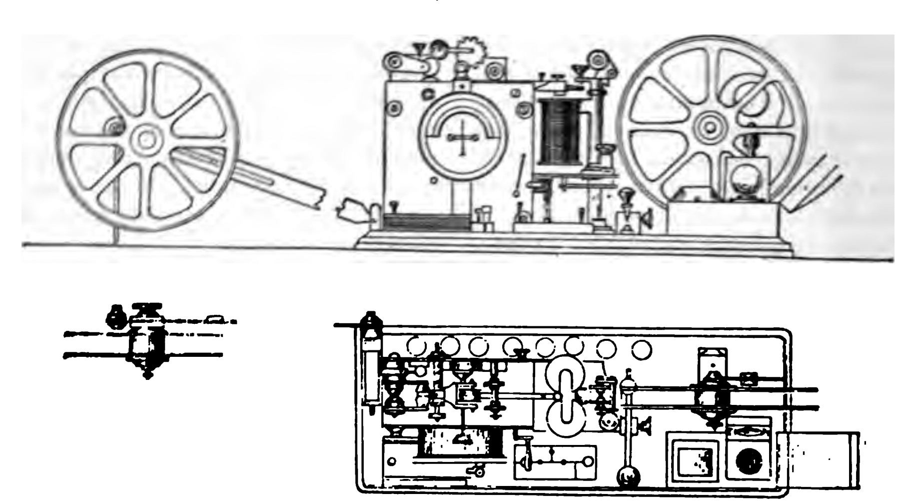


Fig. 955. -- Appareil portatif de campagne.

L'aiguille du galvanomètre est immobilisée pendant les transports au moyen d'une fourchette qui se manœuvre par un bouton extérieur.

Afin de simplifier l'installation de postes volants avec ces appareils on les renfermes dans des cantines à deux compartiments, celui du bas contenant la pile. La partie antérieure se rabat et forme une table sur laquelle le télégraphiste peut écrire.

Les parleurs sont des relais Morse simplifiés et formés seulement d'un électro-aimant boiteux et d'une armature. L'extrémité de l'électro-aimant, dépourvue de bobines, porte un manchon en ebonite e (fig. 956), sur lequel est fixé le support de la palette. Un ressort-lame R permet de régler la position de la palette qui, au repos, vient butter contre une vis I se réglant de l'extérieur. Quand le courant passe, la palette frappe le noyau de l'electro-aimant avec un bruit assez fort pour que l'on puisse lire les dépêches *au son*. L'appareil est monte sur une caisse sonore pour renforcer le son. La base superieure porte un manipulateur disposé pour pouvoir travailler en courant continu. La borne ligne communique avec le massif du manipulateur, la borne pile avec le plot de travail du manipulateur dont le plot de repos est relié au fil de l'electro-aimant communiquant d'autre part avec la terre. La borne pile est egalement reunie à la culasse de l'electro-aimant, la borne I avec la vis I, la borne M avec la vis réglage V du ressort antagoniste, et par sa

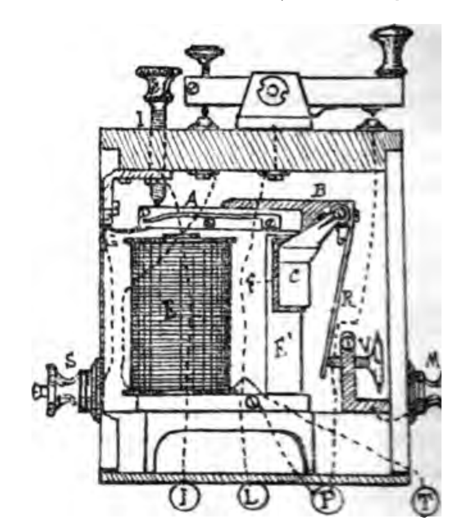


Fig. 956. — Parleur de campagne

avec le massif de l'appareil. Telles étaie moins les communications des anciens pa qui pouvaient fonctionner en translation. les parleurs nouveau modèle la translati supprimée; elle est remplacée par un di tif qui transforme à volonté les signaux s en une sorte de ronflement qui facilite coup la lecture. Les traits sont figurés p ronflement prolongé, les points par un s

ment bref, tandis que dans le système ordinaire chaque signal est limité par un double bruit sec qui en annonce le commencement et la fin, et c'est l'intervalle entre ces bruits qui détermine la valeur des signaux.

La sonnerie et les commutateurs bavarois sont semblables à ceux de la télégraphie civile.

La voiture-poste modèle 1884 est attelée de deux chevaux. On entre par l'arrière. Le bureau est disposé longitudinalement sur le côté droit de la voiture. A gauche est une banquette pouvant se transformer en lit. Le fond est occupé par des casiers. La table porte deux appareils de campagne et deux parleurs (fig. 957); au-dessous se trouvent trois piles, deux bobines de câble léger, deux piquets de terre, un axe et une manivelle de déroulement, un pied d'appareil optique. L'armoire du fond contient en outre un appareil de déroulement se plaçant sur le dos d'un homme. Sous le siège du conducteur se trouvent une caisse pleine d'eau, un appareil optique et une provision de pétrole.

Le chariot de travail est une sorte de grande fourragère dont les côtés sont à claire-voie. Il renferme à l'avant des piquets de haubans, des cordages, des bobines de câble et de fil nu,

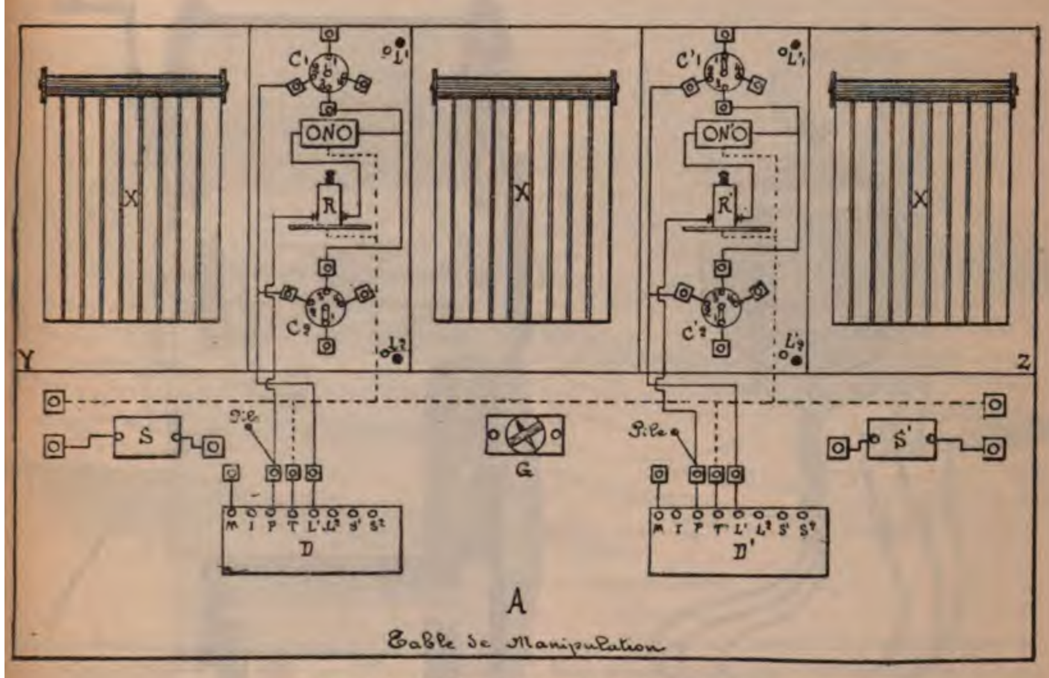


Fig. 957. — Installation électrique de la voiture-poste.

une brouette dérouleuse avec son axe de déroulement (une pour deux chariots); à l'arrière, quatre coffres contenant des isolateurs, des crampons, un parleur, une pile, des outils, etc.; à l'extérieur, des échelles, un réservoir d'eau, des pelles, pioches, etc. Enfin sous la coquille du siège est placée une cantine à appareil contenant son appareil Morse, une pile portative et un assortiment d'imprimés. Le chariot est recouvert d'une bâche.

On se sert souvent aussi d'un modèle plus léger traîné par un cheval et appelé *dérouleuse*. Cette voiture contient huit bobines de câble, une pelle, une pioche, un perforateur, une masse et une manivelle: sur le devant, un piquet de terre, un tourne-à-gauche et une caisse à eau.

Il faut ajouter à cette nomenclature les voitures de réserve, d'archives, d'approvisionnement, etc., dont le chargement est analogue et sur lesquelles nous n'insisterons pas.

La cavalerie chargée de la télégraphie légère possède aussi deux types de voitures l'une plate et couverte contenant des piles, des outils et 10 kilomètres de câble est affectée à la réserve d'une division, l'autre transportant le matériel de chaque brigade.

Télégraphe portatif Trouvé. — M. Trouvé a imaginé un système de télégraphie légère, destiné aux avant-postes, et permettant de cor-

respondre à 1 kilomètre, ou même plus loin en augmentant la longueur du câble. Ce poste se compose d'un petit parleur (fig. 958), de la grandeur d'une montre, qui fait assez de bruit pour qu'on l'entende facilement, et qui porte son manipulateur à la partie supérieure. L'appareil est alimenté par des piles humides du système Trouvé (Voy. Pile), placées dans une boîte fixée sur un crochet qu'un soldat porte sur le dos. Au haut de ce crochet (fig. 959) se trouve une bobine portant 1 000 mètres de fil télégraphique isolé double, pour l'aller et le retour, ce qui évite la difficulté d
chercher une bonne terre. Le soldat qui por
ce crochet s'éloigne du poste central en dérou
lant le câble, qui repose à terre (fig. 960). D
fils numérotés et de différentes couleurs pe
mettent de raccorder, sans erreur possible, l
deux lignes et la pile. Ce télégraphe n'a p
reçu d'application pratique; il ne fait pas pa
tie de l'armement des sections.

M. Trouvé a encore imaginé un autre app
reil télégraphique très ingénieux, la *montre télé*
graphique, qui se compose d'un petit appare



Fig. 958. — Parleur Trouvé (demi-grandeur).

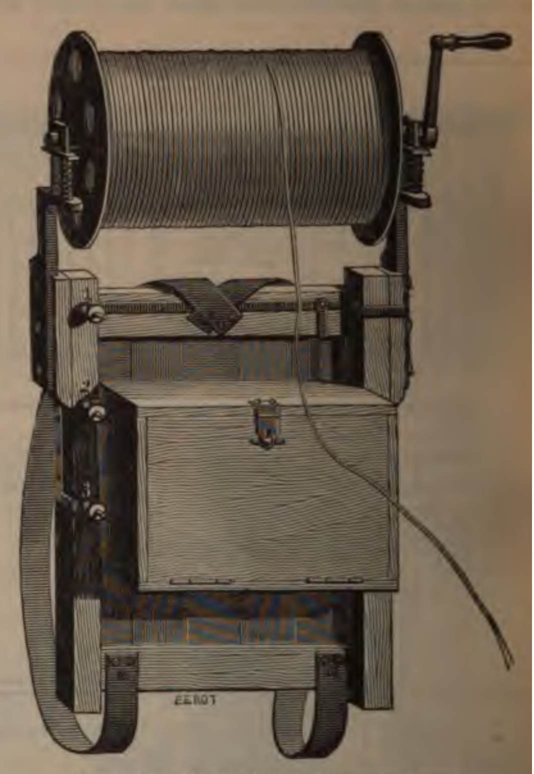


Fig. 959. — Pile et bobine du télégraphe Trouvé.

Bréguet, représenté en grandeur naturelle (fig. 961), et pouvant se placer facilement dans la poche.

Nous avons indiqué aux articles Ligne, Isolateur, Pile, etc., ce qui est relatif à ces parties du matériel de télégraphie militaire. Dans ce matériel figurent encore les appareils de télégraphie optique que nous décrivons un peu plus loin. Enfin les téléphones tiennent aussi maintenant une large place dans la télégraphie militaire.

Nous donnerons pour terminer quelques renseignements sur l'organisation de la télégraphie militaire chez les puissances étrangère
d'après le livre du colonel Gun (*L'Electricité a*
pliquée à l'art militaire), auquel nous emprun
tons une grande partie des renseignements co
tenus dans cet article.

Allemagne. — L'armée allemande empl
quatre voitures télégraphiques : la voitur
poste, la voiture de matériel, la fourragère et
voiture de transport des employés.

La voiture-poste diffère peu de notre voitu
légère. Sur le côté droit sont placés deux a
pareils Morse et à gauche une banquette se
vant de lit de camp. Les piles sont du systèm

Marié-Davy modifié : le vase extérieur est en charbon de cornue, entouré par une gaine de caoutchouc; il renferme une pâte de sulfate mercureux, dans laquelle est enfoncé un crayon de zinc, maintenu par deux tasseaux de bois et par un couvercle en caoutchouc, qui ferme la pile.

La voiture de matériel correspond à notre chariot : elle est divisée en trois compartiments, contenant, celui du milieu des perches et les autres des bobines. Elle contient en outre la brouette dérouleuse et ses roues. Des ferrures extérieures portent une échelle spéciale, qui est double et peut recevoir deux roues : cette disposition en rend le transport plus facile et permet de l'employer comme dérouleuse.

La voiture fourragère porte le fourrage, les bagages des télégraphistes et le matériel de rechange.

La voiture des employés ressemble à un *hansome cab* et porte deux employés, deux appareils Morse et deux piles.

Les câbles de campagne sont à trois fils en cuivre étamé, plus gros que les nôtres, entourés d'une triple couche de caoutchouc et d'une armature en ruban de fer. On emploie en outre du fil nu, en cuivre pour les lignes d'avant-postes et en fer pour les lignes d'étapes. Les câbles ne sont employés que lorsqu'ils sont indispensables.



Fig. 960. — Mode d'emploi du télégraphe Trouvé.

Les perches ont 3,75 m. de hauteur et sont simples ou doubles.

Les appareils de transmission sont des Morse ordinaires, mais montés en *courant continu*. Ce système, décrit plus haut, a l'inconvénient d'user les piles très vite, mais il offre en temps de guerre beaucoup plus de sécurité. Si l'ennemi coupe un fil, les deux postes voisins en sont avertis immédiatement, et non pas seulement lorsqu'on a besoin de transmettre. Il est à remarquer cependant que le poste pourvu de pile n'est pas averti si le télégraphiste qui coupe la ligne a le soin de la mettre à la terre. Mais le poste sans pile s'aperçoit à coup sûr que la ligne est interrompue.

Pour les avant-postes, l'armée allemande fait usage d'un matériel léger, porté à dos d'homme, et dont l'invention est due au capitaine Buckholtz.

Chaque appareil se compose d'une petite boîte contenant un appareil Morse réduit à sa plus simple expression, muni d'un galvanomètre et d'une sonnerie.

Si le courant, qui est continu, vient à se trouver interrompu, on en est averti aussitôt par l'arrêt de la sonnerie. Le câble est porté à dos d'homme dans un havre-sac traversé par un axe de déroulement, muni d'une manivelle pour l'enroulement. Chaque bobine contient 500 mètres de câble, pesant environ 6 kilogrammes. Le câble est à double conducteur pour l'aller et le retour.

La nuit, on remplace d'ordinaire les pavillons par des lanternes. On a essayé aussi en France et en Allemagne de produire les signaux Morse a l'aide de lampes à incandescence. Les lampes sont fixées à un mât et l'on ouvre ou l'on ferme le circuit à l'aide d'une clef Morse. Il est bon d'intercaler dans ce circuit un récepteur ordinaire, qui garde la trace des dépêches envoyées. La marine française a adopté en 1882 un système de télégraphie électrique imaginé par M. de Méritens et qu'on trouvera au mot SIGNAUX.

La télégraphie permet encore aux navires de se régler sur l'heure exacte d'un méridien particulier, par exemple celui de Greenwich.

La marine fait également usage des appareils de télégraphie optique.

Télégraphie optique. — Dans les opérations militaires, on emploie souvent un système de signaux télégraphiques lumineux, qui vantage de n'exiger l'établissement d'auc entre les deux postes, ce qui permet dan

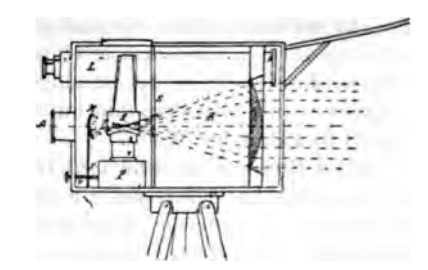


Fig. 962. — Appareil optique de campagne à lentille de

tains cas de correspondre à travers les ennemies.

Bien qu'on ait fait quelques essais avec mière électrique, on produit généraleme

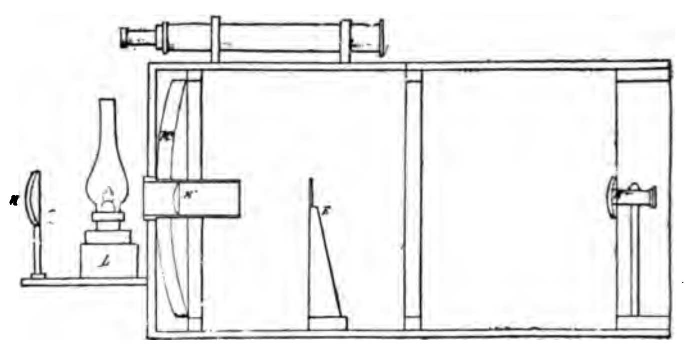


Fig. 963. — Appareil télescopique (service des forteresses).

signaux à l'aide du soleil ou d'une lampe à pétrole, et l'électricité n'intervient que pour l'enregistrement.

En France, les armées en campagne emploient des appareils dioptriques, tandis que les places fortes font usage d'instruments catoptriques d'une plus grande portée. Parmi les premiers, le plus usité a 14 centimètres d'ouverture : il est formé d'une boîte en tôle divisée par une cloison verticale E en deux parties un peu inégales (fig. 962). En arrière est placée une lampe à pétrole P à mèche plate, donnant une flamme de 2 centimètres de hauteur, protégée par une boîte cubique en fer munie de verres plans et surmontée d'une cheminée en tôle. Un petit miroir concave M est placé derrière la lampe. Les rayons lumineux traversent un trou pratiqué au centre de l'écran E, et muni d'un obturateur qu'on actionne du dehors pour produire les éclats courts ou longs qui représentent les signaux Morse; ils tombent ensuite sur une lentille convergente, c transforme en un faisceau sensiblement lèle. Une vis V, manœuvrée du dehors, régler la position de la lampe. Pour se du soleil, on repousse la lampe P sur le c l'on place dans l'orifice *a* un jeu de le capable de faire converger les rayons à l même de la lampe. Ces lentilles reçoi lumière solaire d'un héliostat qu'on pc la boîte. Un abat-jour protège la lentille les rayons directs du soleil et la lumière

Une lunette, dont l'axe est parallèle à l'appareil d'émission, sert à recevoir gnaux envoyés par le poste correspond correspondance terminée, on pousse un qui maintient le manipulateur et pa l'écran obturateur dans la position du f

L'appareil de forteresse est plus p Une lampe L (fig. 963), placée dans u séparée, envoie ses rayons, réfléchis par le miroir concave M, sur un j

qui forme une image réelle un peu au obturateur E. La lumière, qui diverge le ce point, tombe sur le petit miroir M''', qui la renvoie sur le grand miroir aplanétique M''. Celui-ci donne un faisceau parallèle qui sort par l'ouverture placée à droite. L'obturateur E se manœuvre du dehors et sert à produire les éclats longs et courts. Une lunette placée sur la boîte sert de récepteur.

M. Ducretet est parvenu à obtenir un enre-

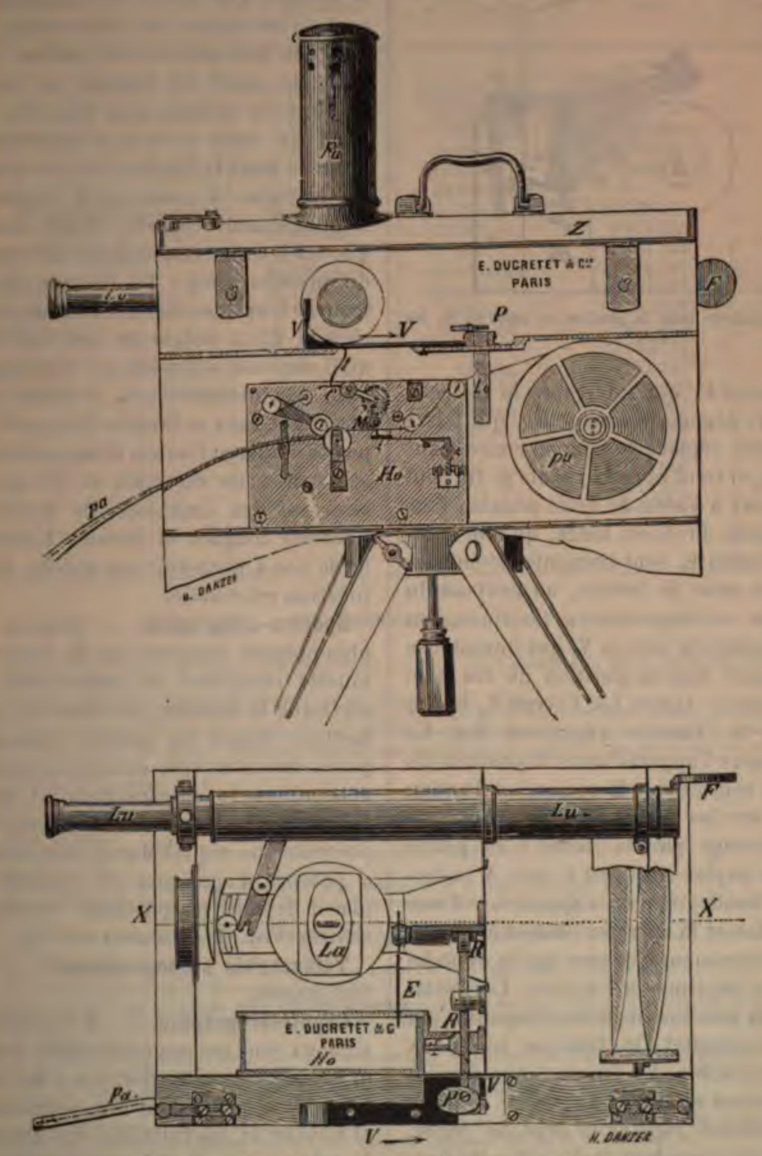


Fig. 964. — Enregistreur automatique des signaux (E. Ducretet).

nt régulier en supprimant tous les or- ctriques du récepteur Morse, dont les nages sont conservés. L'enregistrement purement mécanique. Ce récepteur est ralement sur l'appareil optique. Au verrou V (fig. 964) immobilise la pédale manipulateur *p*, le rouage Ho du récepteur, et maintient soulevé l'obturateur E; c'est la position du feu fixe. En même temps, la tige *t* appuyant sur *t'*, le tampon encreur est écarté de la molette Mo, qui par suite ne peut tracer aucun signe sur la bande de papier *pa*; celle-

ci est d'ailleurs immobilisée par le rouage.

Au signal convenu par les deux postes correspondants, on tire le verrou V; ce seul mouvement supprime le feu fixe, en laissant

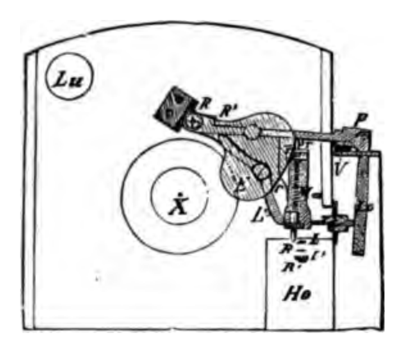


Fig. 965. — Enregistreur dans la position du repos ou du feu fixe.

retomber l'écran E, qui intercepte le faisceau lumineux XX, dégage le rouage Ho, qui laisse défiler le papier, replace le tampon encreur sur la molette Mo, et rend libre la pédale *p*. On peut alors manipuler à l'aide de cette pédale; tous les mouvements, brefs ou longs, qu'elle communique à l'écran E, sont transmis *mécaniquement*, par une série de leviers, au couteau du récepteur. La correspondance terminée, on pousse de nouveau le verrou V, qui immobilise tous les organes dans la position du feu fixe. Le plan montre la lampe L*a*, l'écran E, le jeu de lentilles, la lunette réceptrice Lu. La figure 965 montre l'appareil dans la position du feu fixe : on voit l'écran E soulevé et l'action du verrou V sur les divers organes. Tout l'appareil est protégé par la boîte : la partie imprimée du papier sort peu à peu. A la lecture de cette bande, on peut s'apercevoir d'une erreur commise et la corriger immédiatement.

Il serait évidemment à désirer que la dépêche pût être reçue imprimée à l'arrivée. Les essais faits à l'aide du gélatino-bromure d'argent n'ont donné aucun résultat, le faisceau lumineux reçu étant trop faible. Vu l'importance des dépêches transmises en temps de guerre, le poste qui reçoit pourrait répéter la dépêche reçue, pour que le correspondant sache s'il a été bien compris. De cette manière, on obtiendrait l'enregistrement aux deux stations.

Mais il en résulterait un retard notable dans l'acheminement de la correspondance. La transmission par les télégraphes optiques est, en effet, très lente, et comme souvent une dépêche succède immédiatement à une autre, la répétition de la première retarderait l'expédition de la seconde. Pour éviter ces pertes de temp: contente habituellement de répéter les cl les noms propres et les passages douteu

On ne saurait déterminer à priori, d'un précise, l'emplacement des postes optiq le terrain. Les cartes topographiques f sent évidemment des indications, ma que des indications; car, même en re tuant le profil du terrain, on ne ser absolument certain, dans bien des cas, ligne de visée n'est pas interceptée obstacle dont la hauteur n'a pu être co sur la carte. A moins qu'il s'agisse de soigneusement repérés, il est donc tr que les deux correspondants entrent en r du premier coup; ils doivent tâtonne trouver leur ligne de visée commune. A c chacun d'eux balaie de son feu les p qu'il suppose occupées par son corresp puis, par intermittences, il fouille le ter observant dans sa lunette. Dès que l'un d postes a aperçu l'autre, il immobilise so reil dans cette direction et fait des ap envoyant des émissions de lumière a tivement longues et brèves. L'autre p tarde pas à percevoir ces appels, et la c nication est établie.

Spectro-télégraphie. — Système de phie optique imaginé par M. Paul Lac lunette réceptrice est munie d'un pris sorte que le faisceau provenant du post metteur donne un spectre complet. S poste, on intercepte certains rayons lu déterminés, le spectre reçu est incom les parties lumineuses qui restent peu présenter un signal Morse déterminé. I a proposé d'appliquer ce système po placer la nuit les pavillons employés navires (Voy. TÉLÉGRAPHIE NAVALE).

Télégraphie sténographique. — Voy TÉLÉGRAPHIE.

Cryptotélégraphie. — Télégraphie signaux sont incompréhensibles pour t qui n'en ont pas la clef. On a fait des laires de ce genre pour les opérations n et navales et les relations diplomatiqu la télégraphie électrique, il suffit de l'interprétation des caractères au moy clef. Wheatstone, puis MM. Gaussain ont construit des cryptographes mécani permettent d'obtenir facilement la tr ou même l'impression d'une dépêche tères secrets ou réciproquement.

Statistique télégraphique. (Vo

Statistique télégraphique comparative en 1888.

ÉTATS.	LONGUEUR DES LIGNES du réseau entier en kilomètres.	LONGUEUR des FILS CONDUCTEURS en kilomètres.	POPULATION de L'ÉTAT.	SUPERFICIE DE L'ÉTAT en kilomètres carrés.
Allemagne	92 382,790 [1]	329 563,400 [1]	46 855 692 [2]	539 475,88 [3]
Belgique	6 402 [4]	30 347 [4]	5 974 743 [5]	29 456
Bosnie-Herzégovine	2 007,552 [6]	4 585,748 [6]	1 336 091	51 100,080
Bulgarie	4 402 [7]	6 602 [7]	3 153 269 [8]	97 329
Danemark	4 318 [9]	11 687 [9]	1 980 675 [10]	39 375
Egypte	5 526 [11]	10 404 [11]		
France — Continent et Corse	88 046,659 [12]	275 527,485 [12]	38 218 903	528 572
France — Algérie	10 036,840 [13]	19 981,110 [13]	3 817 465	595 308
Grèce	6 979	8 100	1 953 792	63 606
Hongrie	18 299,624 [14]	46 675,068 [14]	15 642 102	322 350
Indes Britanniques	54 200 [15]	160 683 [15]	253 891 821 [16]	3 553 630
Indes Néerlandaises	7 452,650 [17]	9 639,980 [17]	28 852 958 [18]	1 664 616
Indo-Chine française	2 293,053	3 292,952	2 604 324	136 513
Italie	33 391 [19]	92 653 [19]	29 699 785	296 323
Luxembourg	372,492 [20]	666,590 [20]	213 283 [21]	2 587,450
Norvège	7 486 [22]	14 012 [22]	1 970 000	332 968
Pays-Bas	4 982 [23]	17 514,800 [23]	4 505 932	33 009
Roumanie	5 234,442 [24]	12 934,907 [24]	5 040 000	160 159
Sénégal	4 795,479	5 531,479	197 232 [25]	329 000 [25]
Serbie	2 907,760 [26]	4 907,740 [26]	2 007 646	48 680
Suède	8 190 [27]	21 354 [27]	4 748 257	442 126 [28]
Suisse	7 114,600 [29]	17 340,600 [29]	2 917 819	41 418
Tunisie	3 280 [30]	4 862 [30]		130 000

OBSERVATIONS

1. Non compris 24 958,78 kilom. de lignes de chemin de fer ayant un développement de fils de 72 067,30 kilom.
2. Recensement de 1885.
3. Non compris dans ce chiffre la surface occupée par les eaux (5 455,81 kilom.).
4. Non compris 377 kil. de lignes (2 029 kil. de fils conducteurs) établies le long des cours d'eaux, 1 163 kil. de fils établis aux frais des concessionnaires de chemins de fer; 50 kil. de fils établis de Bruxelles à Anvers (maison hanséatique) pour le service horaire, ainsi que les fils Blocks, boussoles Siemens, etc. Ces fils et les appareils qui les desservent sont, pour la plus grande partie, utilisés aux correspondances privées.
5. Recensement du 31 décembre 1887.
6. Non compris 603,120 kil. de lignes de chemins de fer ayant un développement de fils de 1 133 920 kil.
7. Non compris 642 kil. de lignes de chemins de fer ayant un développement de fils de 1 326 kil.
8. Recensement de 1888.
9. Non compris 1 560 kil. de lignes de chemins de fer ayant un développement de fils de 4 763 kil.
10. Recensement de 1880.
11. Y compris les lignes et fils de la compagnie Eastern Telegraph et de celle du Canal de Suez.
12. Non compris 16 790 kil. de lignes de chemins de fer, de compagnies privées et de particuliers ayant un développement de fils de 111 522 kilom.
13. Non compris 1 114 kil. de lignes de chemins de fer, de compagnies privées et de particuliers ayant un développement de fils de 5 627 kilom.
14. Non compris 611,960 kil. de lignes de chemins de fer ayant un développement de fils de 23 964,716 kil. et 346 376 kil. de lignes de compagnies privées ayant un développement de fils de 593,519 kil.
15. Non compris 3 472 kilom. de lignes ayant un développement de fils de 11 076 kilom. appartenant à des compagnies de chemins de fer; ces totaux ne comprennent également pas les réseaux des compagnies téléphoniques privées, au sujet desquelles les informations font défaut.
16. Territoire et population des États indigènes, mais non compris les possessions françaises et portugaises, ni la Haute-Birmanie, pour lesquels les renseignements font défaut.
17. Non compris 932 kilom. de lignes de chemins de fer de l'État et des compagnies privées.
18. Dont 52 324 européens.
19. Non compris 2 336 kilom. de lignes au service exclusif des chemins de fer ayant un développement de fils de 27 830 kilom.
20. Non compris 91 213 kilom. de chemins de fer ayant un développement de fils de 735 568 kilom.
21. Recensement de 1885.
22. Non compris 1 585 kilom. de lignes de chemins de fer ayant un développement de fils de 2 532 kilom.
23. Non compris 2 971 900 kilom. de lignes des compagnies privées ayant un développement de fils de 8 217 kilom.
24. Dont 2 713,018 kilom. de lignes des chemins de fer de l'État ayant un développement de fils de 6 134,036 kilom.
25. Non compris les pays protégés.
26. Y compris 201 kilom. de lignes de chemins de fer de l'État et 190 kilom. de lignes de chemins de fer privés ayant un développement de fils de 414 kilom., rep. 354 kil.
27. Non compris 3 543 kilom. de lignes de chemins de fer ayant un développement de fils de 12 593 kilom., ainsi que deux câbles sous-marins, reliant la Suède avec le Danemark et l'Allemagne, en tout d'une longueur de 118 800 kilom.
28. Continent et îles 399 500; lacs et fleuves 42 626 kilom. carrés.
29. Non compris 988 700 kilom. de lignes privées et de chemins de fer ayant un développement de fils de 5 946,200.
30. Non compris 268 kilom. de lignes privées et de chemins de fer ayant un développement de fils de 485 kilom.

Longueur du réseau télégraphique sous-marin des principaux États.

	NOMBRE DE CABLES.	LONGUEUR (en milles nautiques) des cables.	LONGUEUR (en milles nautiques) du développem des fil conducte
Administrations gouvernementales.			
Allemagne	43	1579,323	2876,
Autriche	31	97,70	106,
Belgique	2	54,25	278,
Danemark	47	192,372	568,
Espagne	3	135,53	135,
France	51	3269,143	3697,
Grande-Bretagne et Irlande	103	1488,818	5071,
Grèce	46	459,71	459,
Italie	38	1027,10	1091,
Norvège	236	230,62	230,
Pays-Bas	20	59,02	79,
Russie d'Europe et du Caucase	8	212,68	236,
Suède	11	88,17	149,
Turquie d'Europe et d'Asie	10	331,66	334,
Sénégal	1	3	3
Russie d'Asie	1	70,017	70,
Japon	11	55,498	103,
Cochinchine	2	795	795
Indes britanniques	89	1714	1714
Indes néerlandaises	1	31,31	31,
Australie méridionale	5	49,90	49,
Queensland	13	162,35	165,
Nouvelle-Calédonie	1	1	1
Nouvelle-Zélande	3	196,315	284,
Amérique britannique	3	200	200
Brésil	19	19,288	36,
Totaux	798	12523,779	18770,
Compagnies privées.			
I. Compagnie für Legung und Unterhaltung des deutsch-norvegischen Kabels	—	—	—
II. Direct Spanish Telegraph Company	4	707,73	707,
III. Spanish National Submarine Telegraph	5	1172,51	1172,
IV. India Rubber, Gutta Percha, and Telegraph Works Company	2	122,149	122,
V. West African Telegraph Company	12	3015,42	3015,
VI. Black-Sea Telegraph Company	1	346	346
VII. Indo-European Telegraph Company	2	14,5	50
VIII. Great Northern Telegraph Company	22	6110	6336
IX. Eastern Telegraph Company	70	21859,536	21865,
X. Eastern and South African Telegraph Company	9	6571	6571
XI. Eastern Extension Australasia and China Telegraph Company	22	12958	12958
XII. Anglo-American Telegraph Company	13	10196,45	10196
XIII. Direct United States Cable Company	2	3101,33	3101
XIV. Compagnie française du télégraphe de Paris à New-York	4	3409,34	3409
XV. Western Union Telegraph Company	4	5537	5537
XVI. Commercial Cable Company	6	6937,61	6937
XVII. Brazilian Submarine Telegraph Company	6	7326	7326
XVIII. African Direct Telegraph Company	7	2743	2743
XIX. Cuba Submarine Telegraph Company	3	940	940
XX. West India and Panama Telegraph Company	20	4119	411[illegible]
XXI. Société française des télégraphes sous-marins	5	980	[illegible]
XXII. Western and Brazilian Telegraph Company	9	3762	[illegible]
XXIII. River Plate Telegraph Company	1	32	
XXIV. Mexican Telegraph Company	2	709	
XXV. Central and South American Telegraph Company	9	3178,11	
XXVI. West Coast of America Telegraph Company	7	1698,72	
Totaux	247	107546	

ÉGRAPHIER. — Transmettre par télé-
.

ÉGRAPHIQUE. — Qui a rapport à la phie. Se dit aussi d'une dépêche expédiée égraphe.

ÉGRAPHISTE. — Employé chargé de la ivre d'un télégraphe.

ÉKAL. — Appareil imaginé par le colonel obi, et composé d'un manipulateur du Morse et d'un téléphone récepteur. En nt plus ou moins longtemps sur le ma- eur, on lance dans le téléphone des courts et longs analogues aux signaux on produit de la même manière des de sonnerie pour appeler et pour indi- fin de la correspondance. Un seul fil de uffit, et l'appareil fonctionne à des dis- considérables.

ÉMARÉOGRAPHE. — Appareil indiquant nce les mouvements de la marée. lémaréographe de M. Gimé a pour ré- un solénoïde, qui attire un noyau de ux suspendu au fléau d'une balance. bras du fléau porte un style qui inscrit iations de niveau sur un cylindre tour- ertical. Le solénoïde est relié d'une part re, de l'autre, par le fil de ligne, avec un t placé au poste de transmission et isolé autre extrémité. Une pile est dans le Au rhéostat est joint une sorte de baro- mercure dont la cuvette a son niveau à teur des plus basses marées. Dans la upérieure du tube sont soudés, le long énératrice, de millimètre en millimètre, de platine reliés aux différentes divisions ostat. Quand la mer monte, le mercure dans le tube et baigne un nombre de plus grand de fils de platine, mettant t circuit un certain nombre de divisions ostat. L'intensité augmente, le noyau de x est attiré plus fortement, et le style ur le tambour. (Voy. Fluviographe, En- eur, Indicateur.)

ÉMÉTÉOROGRAPHE. — Appareil enre- t à distance les observations météorolo- (Voy. Météorographe et Enregistreur.)

ÉMÈTRE. — Appareil indiquant la dis- le deux points inaccessibles, à l'aide vé à la planchette fait avec deux postes vation dont la distance est connue. icité ne sert qu'à assurer le mouvement dades. M. Le Goarant de Tromelin et emens et Halske ont inventé des télé-

MICROPHONE. — M. Mercadier a donné ce nom à un appareil qui réunit les effets du microphone et du téléphone, et qui est réver- sible. Il a fait construire en 1885 deux modè- les, qui donnent de bons résultats.

Dans l'un les organes téléphonique et micro- phonique sont superposés, dans l'autre ils sont combinés.

M. de Baillehache a donné le même nom à un appareil de téléphonie domestique. (Voy. Microphone.)

TÉLÉPHONE. — Appareil transmettant la parole à distance. Un grand nombre de travaux ont été faits pour arriver à cette transmission. En 1837, Henry et Page découvrirent qu'une tige magnétique soumise à un courant intermit- tent rend un son en rapport avec le nombre des intermittences du courant. Nous citerons encore les travaux de MM. Froment et Pétrina en 1847 et 1852, de MM. Macaulay, Wagner, Neef, de M. Bourseul (1854), l'invention du phonau- tographe par Scott (1855). Enfin, en 1860, M. Reis imagina un appareil qui permet de transmettre à distance les sons musicaux.

Mais le premier téléphone qui ait permis de transmettre la parole a été inventé par M. Graham Bell en 1876; il a été introduit en Europe en novembre 1877. Le téléphone de Bell est réversible, le même instrument pou- vant servir successivement de transmetteur et de récepteur.

Il est formé d'un aimant droit (fig. 966) en- touré à l'une de ses extrémités d'une bobine de fil de cuivre isolé. Devant ce pôle est disposée une plaque de tôle, fixée par son pourtour au fond d'une embouchure devant laquelle on parle. Une vis sert à régler l'instrument, en approchant ou éloignant l'aimant de la mem- brane. Les deux bouts de la bobine sont reliés par les fils de ligne avec ceux d'un autre appa- reil identique.

On a expliqué de la manière suivante le fonc- tionnement du téléphone : les vibrations sonores se transmettent à la plaque de tôle, qui vibre à son tour et produit par ses déplacements des variations dans l'état magnétique du barreau. Ces changements d'intensité font naître dans la bobine des courants induits dont l'ordre de succession, l'intensité et la durée sont en rela- tion intime avec les sons produits devant l'em- bouchure. Ces courants d'induction se propa- gent jusqu'à la bobine du récepteur et produisent dans l'aimant de celui-ci des variations d'in- tensité magnétique, et par suite dans la plaque de tôle des vibrations exactement semblables à celles du son émis. Il en résulte que la voix est

reproduite avec son timbre et sa hauteur ; mais l'intensité est considérablement diminuée. Il est évident qu'on peut remplacer l'un des fil
ligne par la terre.

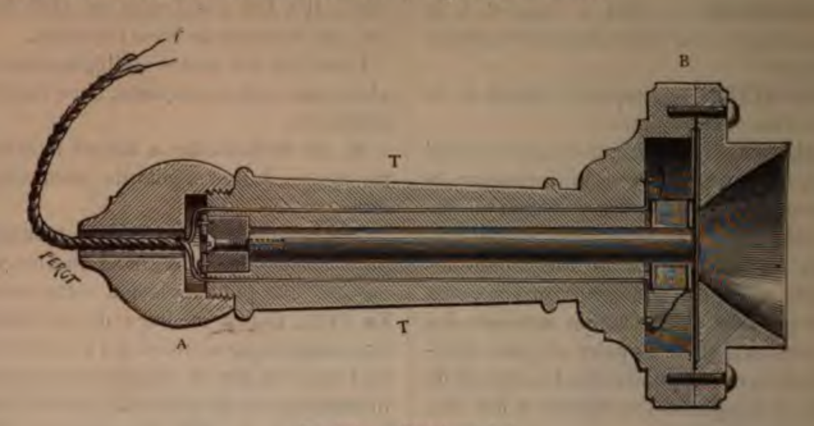


Fig. 966. — Téléphone Bell.

L'explication qui précède est au moins insuffisante. De nombreuses expériences ont montré

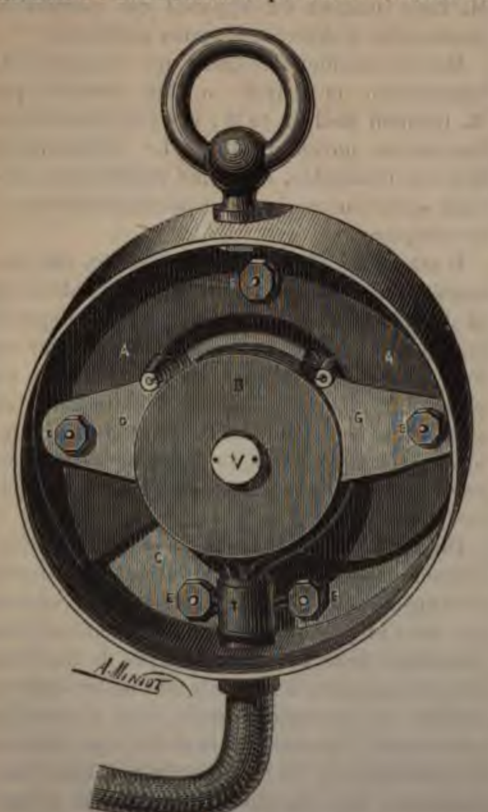


Fig. 967. — Téléphone Journaux.

que la plaque de tôle n'a qu'un rôle secondaire et ne sert qu'à renforcer le son, car on peut transmettre encore la parole en la supprimant.

La transmission du son serait donc due sur
à des vibrations déterminées dans l'aimant
récepteur par les variations de son état ma
tique.

Le téléphone Bell a reçu de nombreuses
difications destinées à augmenter l'intensité
sons transmis.

Téléphone montre. — On donne souvent
téléphone une forme ronde et aplatie. L'ain
prend alors la forme d'une spirale dont le

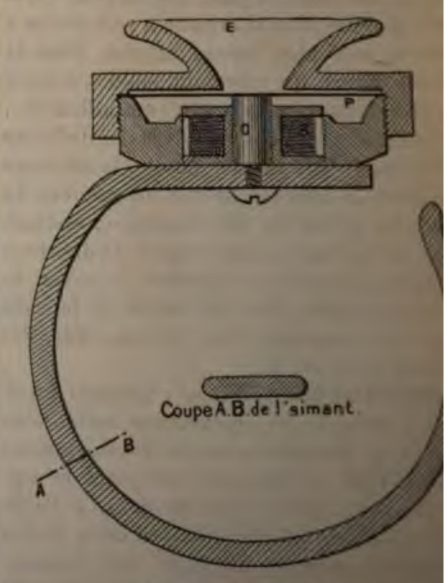


Fig. 968. — Récepteur Phelps.

central est muni d'un noyau de fer d
lequel s'enroule la bobine. La lame vibr
l'embouchure sont placées sur le

Téléphone Journaux. — Ce modèle présente aussi un aimant en spirale A, dont le pôle central est entouré par la bobine B (fig. 967), que maintiennent les deux griffes G; V est une vis en fer doux servant à régler le téléphone; T est un tube disposé de façon à éviter la fatigue du cordon. Le tout est renfermé dans une cuvette en bois, en ébonite ou en métal nickelé, derrière laquelle est fixé un manche ou un gros bouton servant à saisir l'appareil. Dans ce dernier cas, le téléphone est très léger, couvre bien l'oreille et peut tenir facilement dans le creux de la main (fig. 626 et 627).

Récepteur Phelps. — M. Phelps a construit un appareil analogue (fig. 968), fréquemment employé en Amérique comme récepteur avec le transmetteur à charbon d'Edison. L'aimant a la forme d'un anneau circulaire; sur l'un des pôles se visse un petit noyau de fer doux G, entouré par la bobine B. La plaque vibrante P et l'embouchure en ébonite E complètent le système. La partie extérieure de l'aimant sert de poignée.

Téléphone Mildé. — Afin d'éviter le déréglage résultant souvent de la dilatation ou de la



Fig. 969. — Téléphone Mildé.

déformation de l'enveloppe de bois, M. Mildé monte ses téléphones dans une cuvette en métal;



Fig. 970. — Téléphone Maiche.

la plaque vibrante est soudée à l'extrémité de cette cuvette; l'aimant, qui est droit comme dans le téléphone Bell, se visse sur la face opposée, de sorte que la bobine soit dans l'intérieur de la cuvette. L'appareil ainsi construit est réglé, puis introduit dans l'enveloppe de

bois, dont la dilatation n'a plus aucun effet. Dans un autre modèle, l'aimant est en hélice, et la bobine entoure le pôle central ; le manche est placé latéralement (fig. 969) sur l'envelo métallique.

Téléphone Maiche. — La bobine est renfer

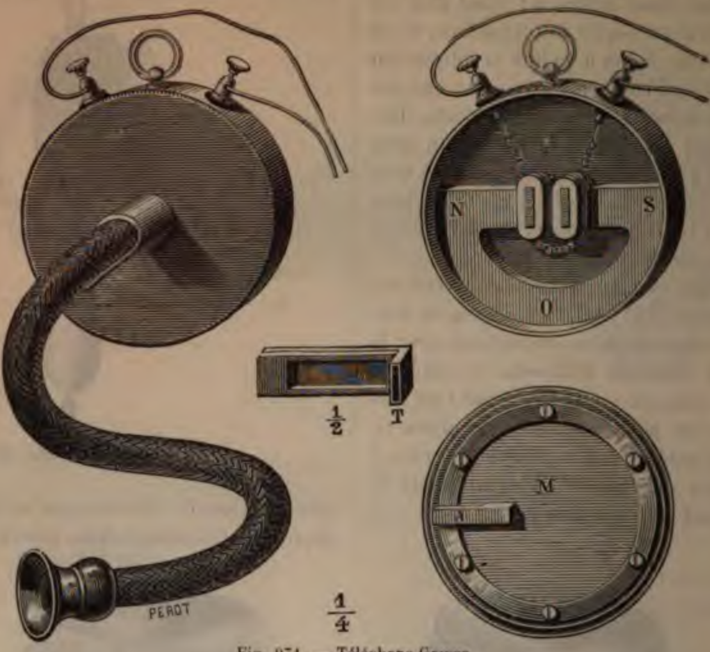


Fig. 971. — Téléphone Gower.

dans une cuvette en cuivre fondu et nickelé, sur laquelle l'aimant est assujetti par une partie filetée qui permet un bon réglage et élimine l'effet des déformations du manche. Cet a reil donne les meilleurs résultats (fig. 970).

Téléphone Siemens. — Cet instrument,

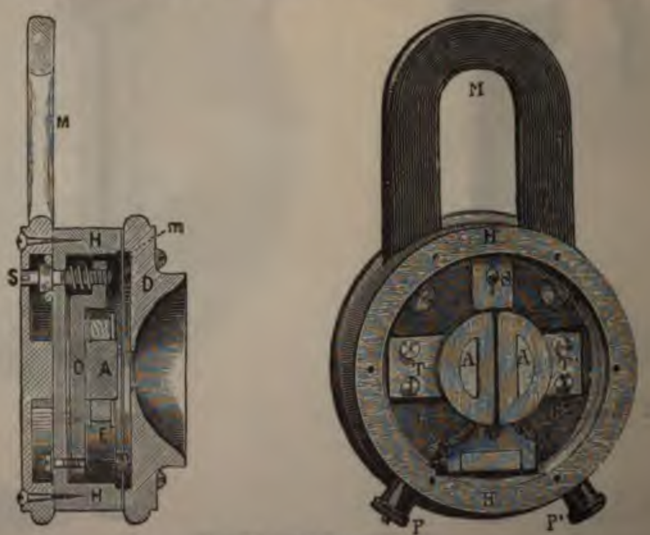


Fig. 972. — Téléphone Fein.

usage presque universel en Allemagne, est formé d'un aimant en U, dont les deux pôles portent des bobines voisines de la membrane. Pour appeler, on souffle dans une sorte de adapté au pavillon et le son s'entend à qu distance du récepteur. Les résultats ne

supérieurs à ceux du téléphone de Bell.
léphone Gower. — Ici encore, on cherche à nenter l'intensité du son en rapprochant eux pôles de l'aimant de la plaque de fer , afin de lui communiquer des vibrations énergiques. L'aimant O (fig. 971) a la forme demi-cercle, dont les pôles nord et sud recourbés suivant le diamètre qui le ter- , et portent à leurs extrémités deux bobines de fil. Ces pôles viennent aboutir près de la plaque vibrante, qui forme l'une des bases d'une boîte circulaire renfermant l'aimant et les bobines. L'embouchure est placée au bout d'un tuyau flexible. L'appareil porte en outre une disposition qui sert de signal d'appel et dispense d'avoir recours à une sonnerie. En soufflant dans le tube, on fait vibrer une anche métallique A, placée près du diaphragme : le



Fig. 973. — Téléphone Ader.

vement oscillatoire se transmet à celui-ci, vibre assez énergiquement pour produire le récepteur un son très intense.

léphone Fein. — M. Fein, constructeur à gart, a imaginé un téléphone ingénieux. nant M en fer à cheval (fig. 972) peut ser- e support. AA sont des noyaux formés de s ou de fils de fer isolés, ce qui augmente ffets d'induction produits par les vibra- de la plaque *m*. Ces noyaux sont entourés es bobines semi-circulaires. L'embouchure D est ordinairement en ébonite, la boîte H en bois ou en métal.

Le réglage se fait par un levier en cuivre O, dont une extrémité est maintenue par la vis S, l'autre ajustée et mobile entre deux vis ; on rapproche ou on éloigne les noyaux du diaphragme avec un tourne-vis. Les conducteurs s'attachent en P et P'. L'appel se fait au moyen d'un petit tuyau à anche qui se fixe dans l'embouchure.

Téléphone Ader. — Cet appareil, adopté par

l'Administration française des Téléphones, diffère des appareils qui précèdent par l'addition d'un anneau de fer doux AA placé en avant de la membrane vibrante (fig. 973). L'aimant a la forme d'un cercle et sert de poignée : les deux pôles sont entourés par les bobines BB. L'anneau AA s'aimante par influence et change la distribution des lignes de force. La plaque se trouve alors placée dans un champ beaucoup plus intense. Cet appareil donne une prononciation très nette et très distincte.

Le téléphone Ader est aussi employé fré-quemment en Belgique.

Téléphone d'Arsonval. — Un des pôles n de l'aimant, placé au centre de la membrane p, porte la bobine B (fig. 974); l'autre porte un anneau T de fer doux, qui entoure complètement cette bobine, laquelle se trouve ainsi tout entière placée dans un champ très énergique. L'aimant sert de poignée. La boîte D est simplement serrée entre l'aimant et son noyau représenté à part en N.

Cet appareil possède une parfaite netteté e une telle intensité qu'en lui ajoutant un pavillo on peut facilement entendre dans toute une salle

Téléphone Colson. — Voy. TÉLÉPHONIE MILI-TAIRE.

Téléphone Ochorowicz. — L'aimant a la form d'un cylindre creux, fendu suivant une géné-ratrice, et portant deux noyaux de fer doux pa-

Fig. 974. — Téléphone d'Arsonval.



Fig. 975. — Téléphone Ochorowicz.

rallèles, de 3 ou 4 millimètres de diamètre, qui servent de pôles et reçoivent les bobines (fig. 975). Ces bobines sont renfermées dans une sorte de boîte plate dont les deux faces sont formées par des plaques de tôle, l'une placée en face des noyaux, à la manière ordinaire, l'autre située en arrière des noyaux et vissée sur l'aimant par son milieu. Cette dernière est percée de deux trous qui laissent passer librement les noyaux.

Cet appareil se distingue par l'emploi de deux plaques vibrantes soumises à l'influence du même aimant, et par le mode d'attache de la boîte téléphonique, qui peut vibrer tout entière, étant fixée seulement par le milieu de la seconde plaque de tôle.

Le transmetteur se fait un peu plus grand que le récepteur. Le son transmis peut être entendu dans une salle entière.

Hammer-telephone. — M. de Locht-Labye a donné le nom de *Hammer-telephone* ou téléphone à marteau à un instrument très original. Un aimant en fer à cheval CC (fig. 976), fixé sur un support de bois AA, porte à ses pôles deux petits noyaux de fer doux *d*, sur lesquels s'enroulent des bobines DD. Devant ces noyaux se trouve une armature *rigide* de fer doux *ns*, fixée au levier *fg*, qui oscille autour de l'axe *oo*, dis-

sé sur un petit pilier *pp* en laiton ou en toute tre matière. Le levier *fg* porte à l'extrémité *g* marteau H, d'une substance quelconque, é au bout d'une vis régulatrice V.

Au repos, le marteau H s'appuie sur une pièce MM, *épaisse*, *rigide*, *inflexible*, en matière quelconque, placée au fond de l'embouchure PP, qui est fixée au bâti par les trois colonnes

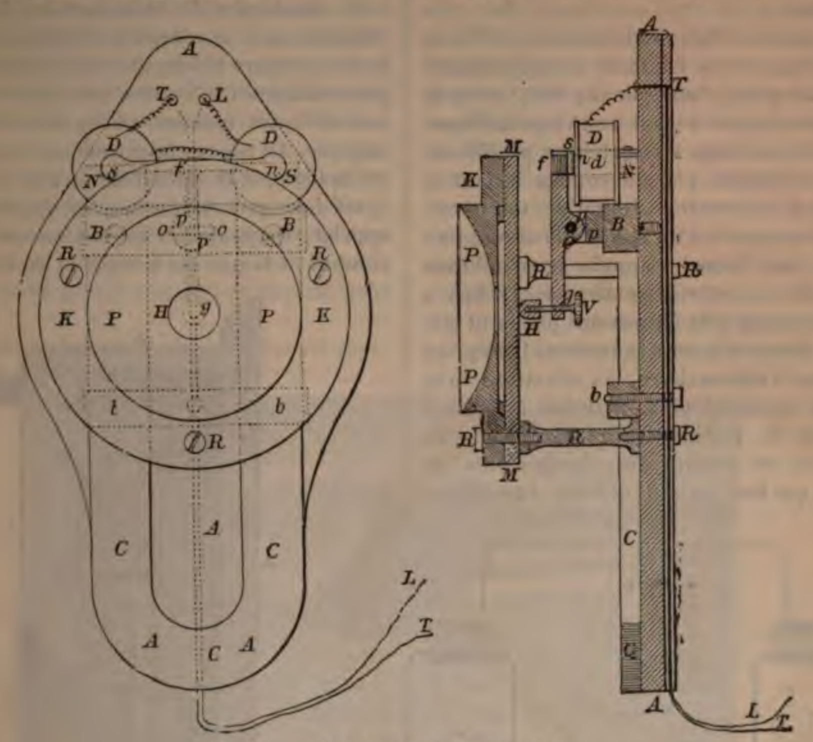


Fig. 976. — Plan et coupe du Hammer-telephone.

. La caisse sonore peut être supprimée, ce i évite les échos et résonances. La position

du levier armature est déterminée à chaque instant par l'attraction magnétique de l'aimant et par la réaction de l'obstacle fixe. L'inventeur a donné dans la *Revue universelle des Mines* (1884) la théorie complète de cet ingénieux appareil.

Nous donnerons à l'article TÉLÉPHONIE la description d'un certain nombre d'appareils destinés à des usages spéciaux.

Téléphones à charbon. — On donne encore

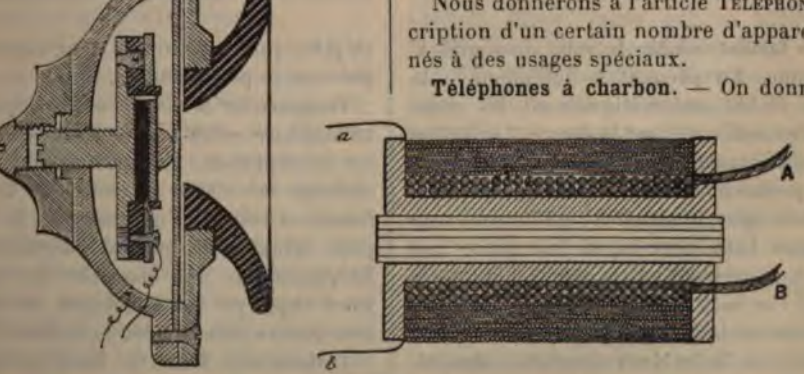


Fig. 977. — Transmetteur Edison et sa bobine d'induction.

dinairement le nom de téléphone à des appals dont le premier a été imaginé par Edison,

et qui reposent sur le même principe que le microphone, inventé postérieurement par Bell.

Comme le microphone, ces appareils servent seulement de transmetteurs, et nécessitent l'emploi d'une pile. Ils sont fondés sur les variations de résistance produites par les changements de pression.

Le téléphone d'Edison, breveté en 1877, se compose d'une boîte en fonte communiquant avec l'un des pôles d'une pile (fig. 977); dans le fond de cette boîte s'engage une vis métallique, dont la tête très large supporte une pastille de charbon, maintenue par un anneau isolant et recouverte d'une rondelle de platine. Cette rondelle est surmontée d'un bouton d'ivoire hémisphérique, sur lequel s'appuie la membrane vibrante. La rondelle de platine est reliée à l'autre pôle de la pile en passant par le fil primaire AB d'une bobine d'induction. Lorsqu'on parle devant l'embouchure, les vibrations de la membrane appuient plus ou moins fortement la rondelle de platine contre la pastille de charbon; il en résulte des changements de résistance qui font varier l'intensité du courant. Ces variations déterminent dans le fil secondaire *ab*, relié par la ligne au téléphone récepteur, des courants induits qui font vibrer la membrane de cet appareil.

En Amérique, le transmetteur Edison est employé avec le récepteur Phelps, décrit plus haut. La figure 978 montre les liaisons de deux postes Edison C′C″ entre eux et avec le poste central C, au moment où la conversation est engagée. Au repos, chaque abonné a sa sonnerie sur la ligne, et le circuit de sa pile est ouvert; il est donc prêt à recevoir un appel. S'il veut appeler, il appuie sur un bouton qui envoie le courant de la pile sur la ligne et avertit le poste

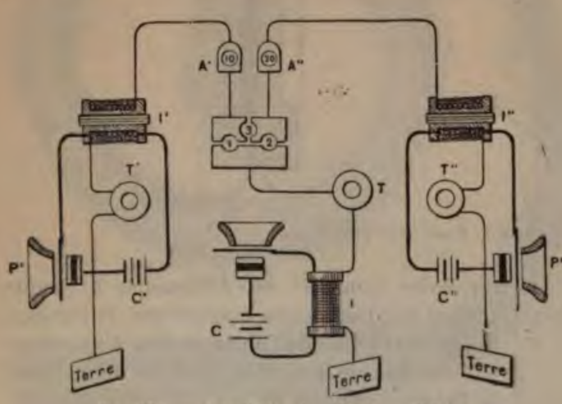


Fig. 978. — Installation des téléphones Edison.



Fig. 979. — Transmetteur Blake.

central en faisant tomber le volet du signal A′ par exemple. En prenant le téléphone à la main, on établit automatiquement les communications indiquées sur la figure. Lorsqu'on parle dans le transmetteur P′, les courants induits qui prennent naissance dans la bobine I′ traversent la ligne, le signal A′, qu'ils sont trop faibles pour influencer et, si l'on place une cheville en 1, arrivent au récepteur T du poste central; si l'on met la cheville en 2, le poste central communique avec le poste de droite; si on la met en 3, les deux abonnés communiquent directement. Enfin, en ajoutant une cheville en 1 ou 2, le poste central participe à la communication. Quand la conversation est terminée, l'un des abonnés envoie le courant de sa pile, qui agit sur les deux signaux A′A″ et prévient le poste central.

Transmetteur Berliner. — Cet appareil est intermédiaire entre les téléphones à charbon et les microphones. Une pastille de charbon ou enclume est vissée au centre de la plaque vibrante et reliée à l'un des pôles de la pile. Un petit cylindre de graphite arrondi, suspendu librement par une charnière en laiton doré, vient s'appuyer sur l'enclume, et communique avec l'autre pôle et avec la bobine d'induction.

Transmetteur Blake. — Dans cet appareil, les deux pièces en contact sont portées par des ressorts mobiles, et aucune d'elles n'est fixée à la membrane, ce qui soustrait l'appareil aux actions physiques extérieures. Un petit res-

sort c porte une pointe de platine (fig. 979), qui se trouve pressée entre la membrane et une pastille de charbon *h*, fixée dans un petit disque de cuivre *g*, porté par le ressort d'acier *d*. Les deux ressorts *c* et *d*, isolés l'un de l'autre, sont fixés à un levier en fonte F, sur la partie inférieure duquel appuie la vis G, destinée au réglage. Le courant primaire traverse le ressort *d*, la pastille *h*, la pointe *c* et la bobine d'induction I.

Le transmetteur Blake est très employé en Amérique et en Belgique, associé avec le récepteur Bell et une sonnerie magnétique. Le tout est fixé sur un même plancher, avec une boîte qui contient la pile et qui sert de pupitre pour écrire.

Pantéléphone de Locht-Labye. — Dans cet appareil, une plaque de liège rectangulaire, suspendue verticalement par deux petits ressorts, porte encastré vers la partie inférieure un disque de charbon qui se trouve en contact avec une arête en platine fixée à l'extrémité d'une petite tige métallique. On règle la pression du charbon sur l'arête de platine, en poussant plus ou moins la tige par l'articulation à genouillère qui la termine à la partie inférieure. On fait en sorte que le contact se produise sur toute la longueur de l'arête de platine. La membrane est constituée par une pièce de drap tendue sur un cadre, qui ferme l'appareil, en avant de la tige métallique qui porte l'arête.

Applications du téléphone. — L'installation des communications téléphoniques et leur emploi dans divers cas particuliers seront décrits

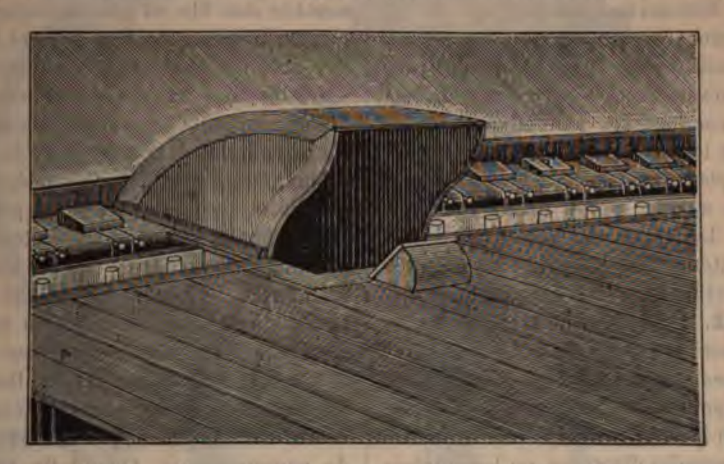


Fig. 980. — Transmetteurs microphoniques placés sur la scène de l'Opéra.

à l'article suivant. Nous signalerons rapidement ici les autres applications, très nombreuses d'ailleurs, que présente le téléphone.

Citons en première ligne les auditions téléphoniques. Le système Ader a été employé dès l'Exposition de 1881 pour l'audition des représentations théâtrales de l'Opéra, de l'Opéra-Comique et du Théâtre-Français. Douze microphones Ader, semblables à ceux qu'on emploie pour les communications ordinaires, étaient disposés au bord de la scène, de chaque côté du trou du souffleur (fig. 980), et reliés par des fils souterrains avec les récepteurs placés au Palais de l'Industrie, dans une salle aménagée de manière à amortir les bruits extérieurs. On entendait parfaitement les chants et même les divers bruits de la salle. Des expériences analogues ont été répétées bien souvent à Berlin, à Bordeaux et à Oldham, près de Manchester, en 1881, à Charleroi en 1884. La même année, le chalet royal d'Ostende, puis le château de Laëken, furent reliés par un téléphone au théâtre de la Monnaie de Bruxelles.

A Monsfield, Brooklyn, Hartford, et dans plusieurs autres villes d'Amérique, le téléphone permet à un grand nombre d'abonnés de suivre l'office religieux sans quitter leur domicile.

En mars 1880, une partie d'échecs eut lieu entre les cercles d'échecs des villes de Brighton et de Clichester, au moyen du téléphone. La même expérience a été répétée plusieurs fois depuis cette époque.

A l'hôpital de Birmingham, les amis ou parents des malades leur parlent par téléphone, pour éviter les risques d'infection.

A Scranton (Pensylvanie), le bureau central téléphonique est muni d'un fort sifflet à vapeur, que l'on peut entendre à une distance de

5 milles, et que tout abonné peut mettre en marche dès qu'il aperçoit un incendie.

En Californie, une station téléphonique a été installée à la cime de la montagne Rouge pour signaler les incendies qui peuvent éclater dans les neige-abris; les guetteurs, dès qu'ils aperçoivent un incendie, l'annoncent à Cisco par téléphone.

Le téléphone présente encore de nombreuses applications dans les laboratoires : il constitue le plus sensible des galvanoscopes, lorsque le courant subit des interruptions régulières; aussi peut-il être employé utilement dans les méthodes de mesure par réduction au zéro. Associé avec le microphone, il a reçu de nombreuses applications médicales. (Voy. BALANCE D'INDUCTION, ÉLECTRO-ACOUMÈTRE, MYOPHONE, SPHYGMOPHONE, EXPLORATEUR, etc.)

Nous signalerons seulement une disposition originale qui utilise pour la recherche des projectiles les courants fournis par le malade lui-même. Deux conducteurs sont fixés au téléphone; l'un se termine par un cylindre creux d'acier qu'on place dans la bouche du blessé; l'autre aboutit à une sonde, qu'on introduit dans la plaie. Lorsqu'on touche un corps métallique, on entend dans l'appareil un crépitement caractéristique.

TÉLÉPHONIE. — Action de transmettre la parole à distance au moyen du téléphone.

Les téléphones magnétiques ne conviennent guère qu'aux petites distances, et leur usage se borne à peu près à la téléphonie domestique. Pour les grandes distances, on les emploie seulement comme récepteurs, le transmetteur étant un microphone.

Téléphonie domestique. — Les téléphones magnétiques décrits à l'article précédent conviennent parfaitement à cette application.

Postes téléphoniques domestiques. — A chaque extrémité de la ligne, on réunit généralement ensemble les appareils destinés à la réception et à la transmission, la sonnerie et le bouton d'appel; le plus souvent, on dispose toutes ces pièces sur un même support, qui porte aussi des bornes pour rattacher les fils : c'est là ce qu'on appelle un *poste*.

Les téléphones magnétiques ne conviennent que pour de très petites distances : ils ont l'avantage de fonctionner sans pile, mais il en faut une pour actionner la sonnerie d'appel, à moins cependant qu'on ne fasse usage de sonneries magnéto-électriques : dans ce cas, l'installation tout entière n'exigera aucune pile. Remarquons cependant que, les sonneries électriques étant aujourd'hui extrêmement répandues, il n'est presque personne qui ne possède une pile de quelques éléments Leclanché pouvant actionner en même temps la sonnerie d'une installation téléphonique.

Même dans le cas très simple où l'on peut se contenter de téléphones magnétiques, il existe une foule de manières de disposer les postes et les lignes qui doivent les réunir. Quelquefois, par exemple lorsque l'un des postes doit servir seulement à des domestiques ou à des personnes inexpérimentées, il vaut mieux ne pas employer de commutateur, et mettre un plus grand nombre de fils pour établir les communications : quatre suffisent toujours, ou même trois en remplaçant le fil de retour par la terre. Dans la plupart des cas, on peut diminuer le nombre des fils en les employant successivement à transmettre le signal de la sonnerie et à réunir les deux appareils téléphoniques : il suffit de faire usage d'un commutateur. Lorsqu'on a entendu l'appel de la sonnerie et qu'on lui a répondu, il faut disposer le commutateur de manière à introduire les téléphones dans le circuit et à en faire sortir les piles et les sonneries; puis, la conversation terminée, on remet les commutateurs sur les sonneries. Cette manœuvre s'effectue aujourd'hui automatiquement, de sorte qu'un oubli ou une négligence d'un des interlocuteurs ne peut empêcher le fonctionnement des appareils. Dans ce but, les téléphones se suspendent généralement à des crochets ou se posent sur des lyres, qui servent de commutateurs. Quand ils sont au repos, leur poids fait incliner les crochets, qui se trouvent disposés sur sonnerie : quand on les prend à la main, les crochets se redressent et mettent les téléphones en communication. Il existe même des systèmes où les crochets sont supprimés, ce qui évite la peine de suspendre les téléphones quand la conversation est finie. Il suffit de prendre les appareils à la main ou de les laisser pendre au bout du conducteur pour les introduire dans le circuit ou les en retirer.

La figure 981 représente deux modèles un peu différents de postes téléphoniques, destinés tous deux aux usages domestiques, et appartenant au système Ader. Dans le premier, un boîtier qu'on peut fixer au mur, porte au centre un bouton d'appel de sonnerie ordinaire, six bornes d'attache pour les fils de pile, de sonnerie et de ligne, et un double crochet formant commutateur. On suspend à ce crochet, lorsque l'appareil est au repos, un téléphone

pteur et d'un transmetteur magnéti-
nis par une poignée métallique. Un
ple relie les téléphones au boîtier :
t les conducteurs nécessaires pour éta-
communications avec la ligne. Le se-
dèle diffère du premier en ce que le
nferme un trembleur faisant office de sonnerie : il n'est donc plus besoin que de quatre bornes d'attache. Le téléphone qu'on voit suspendu au crochet commutateur est également du système Ader, mais à manche droit : les deux téléphones de cette figure peuvent être remplacés du reste par celui que nous avons décrit plus haut (fig. 973).



Fig. 981. — Postes téléphoniques domestiques, système Ader.

tion de deux postes téléphoniques domes-
Les postes téléphoniques, que l'on se
ceux que nous avons décrits ou d'au-
èles, peuvent être installés de bien des
, suivant le mode de communication
t établir et la longueur que doit par-
ligne.

le plus simple est évidemment celui de deux postes pouvant s'appeler l'un l'autre, de manière à permettre aux deux interlocuteurs de converser ensemble. C'est celui qui se présente lorsqu'on veut établir une communication téléphonique entre deux pièces d'un appartement ou d'une maison de campagne, entre deux bureaux ou deux services quelconques. Dans ce cas, la communication peut être établie

à l'aide de deux fils, mais à condition de faire usage d'une pile à chaque poste. C'est ce que représente la figure 982, sur laquelle on voit deux postes, l'un ayant un téléphone double et l'autre un téléphone simple à anneau, tous deux du système Ader. Les bornes de chaque boîtier sont numérotées de droite à gauche. Les deux premières de chaque poste communiquent avec les pôles de la pile correspondante, les deux suivantes avec les deux fils de ligne et les deux dernières avec la sonnerie du même poste. Quand les téléphones sont suspendus aux crochets, les sonneries communiquent avec les fils de ligne, et il suffit de presser sur l'un des boutons pour fermer le circuit et appeler l'autre poste : quand on les prend à la main, ils trouvent reliés à la ligne, grâce au mouvem de bascule des crochets. Il est bon d'avoi chaque poste deux téléphones installés su même ligne; chaque personne ayant un t phone à l'oreille et l'autre à la bouche p causer et écouter en même temps comme d une conversation directe; s'il s'agit seulen d'écouter, on met simultanément les deux pareils aux deux oreilles, ce qui est plus a tageux.

La disposition précédente peut être réal à l'aide d'une seule pile, placée à l'un quelco des deux postes, mais il faut alors ajouter un sième fil de ligne. On adoptera donc l'un

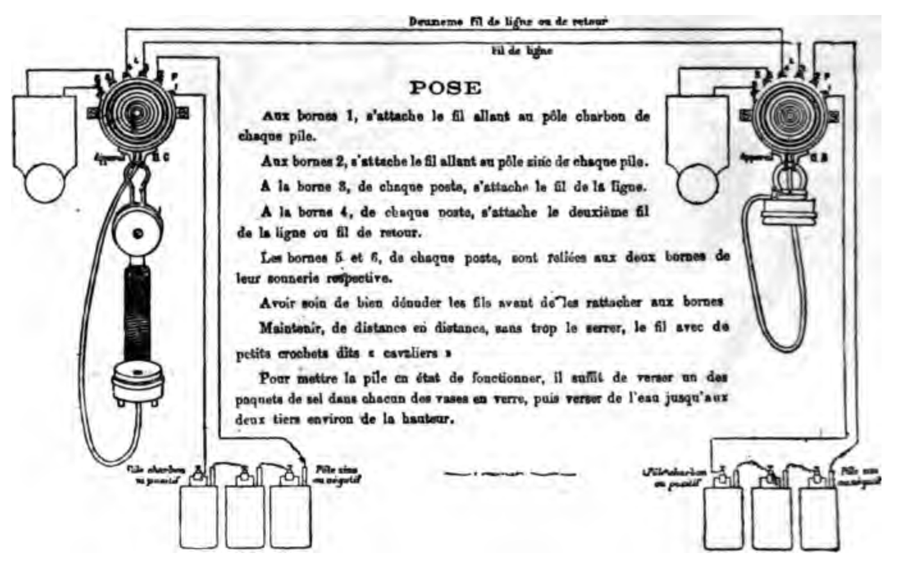


Fig. 982. — Pose de deux téléphones domestiques avec deux fils et deux piles. (Société des téléphones.)

l'autre des combinaisons suivant la distance à franchir : si elle est très petite, il y aura avantage à ajouter un fil et à supprimer une pile, d'autant plus qu'on se débarrassera en même temps de l'ennui de l'entretien. Dans d'autres cas, on pourra aussi se déterminer d'après les appareils électriques, par exemple les sonneries, qu'on possède déjà. La figure 983 montre cette disposition de deux téléphones avec une seule pile et trois fils de ligne. Le poste de droite, où se trouve la pile, est installé comme précédemment, si ce n'est que le troisième fil, le fil rouge sur la figure, s'attache à la première borne de droite, qui communique encore avec le pôle positif. L'autre extrémité de ce fil supplémentaire va s'attacher à la première borne du poste de gauche; la seconde borne de celui-ci reste vide, et les quatre dernières comme dans la première combinaison, r aux deux fils de ligne blanc et bleu, et à la nerie. (Voy J. Lefèvre, *l'Électricité à la mais*

Installation d'un poste central et de pl postes simples. — Au lieu d'avoir seulemen postes à installer, il peut se faire qu'on un plus grand nombre. Il arrive souvent que tous les postes ne jouent pas le mêm de sorte qu'on a avantage à établir en un un poste central, communiquant avec les d'une manière variable suivant le but q propose, et pouvant au besoin mettre en munication deux postes simples l'un ave tre. Ainsi l'on peut réunir toutes d'un appartement ou d'une mai fice, ou les différents bureaux

n avec un poste central desservi par les ns de bureau. Dans le premier cas, chaque simple doit pouvoir appeler le central, la réciproque n'est pas nécessaire : avertis a sonnerie, les domestiques reçoivent les s qu'on leur transmet, ce qui évite les et venues. Dans le second cas, il peut nécessaire que le central puisse à son ppeler chacun des postes simples. Si, au ire, le directeur d'une administration ou usine veut réunir son cabinet avec les nts services placés sous ses ordres, c'est tral qui doit pouvoir appeler chacun des simples sans réciprocité : il n'aura donc ni de tableau indicateur, ni même de sonnerie, à moins qu'on ne veuille que le poste appelé puisse répondre par sonnerie et par téléphone.

Parmi les nombreuses combinaisons qui peuvent se présenter, nous en prendrons encore deux exemples, d'abord la dernière que nous avons citée : un poste central pouvant appeler trois postes simples sans réciprocité, mais le poste appelé pouvant répondre par sonnerie et téléphone. Le central est alors composé, par exemple, d'un double appareil Ader, l'un pour transmettre, l'autre pour recevoir ; d'une sonnerie, qui est ici renfermée dans l'intérieur du boîtier, et d'un commutateur à manette qui permet de se mettre en communication avec



Fig. 983. — Pose de deux téléphones avec trois fils et une seule pile. (Société des téléphones.)

les postes simples que l'on veut appeler. i peuvent recevoir à volonté des télé doubles ou simples, des sonneries inté ou extérieures. La figure 984 montre la ition des appareils et la manière d'atta s fils dans le cas qui nous occupe : elle prend facilement à la seule inspection. gure 985 montre, au contraire, un poste l pouvant appeler les postes simples et oquement. Les postes simples se compo acun d'un boîtier à deux poussoirs con une sonnerie intérieure et d'un télé Ader. Le central comprend un tableau nonciateurs à voyants, des conjoncteurs cordons à deux fiches, qui lui permettent er directement entre eux deux postes s, des boutons de mise en communica ec les postes simples, un bouton commun pour l'appel, une sonnerie et six éléments Leclanché.

Bouton-téléphone. — Il existe quelques téléphones créés spécialement pour les usages domestiques. Nous citerons notamment le bouton-téléphone, imaginé par M. Barbier, qui sert à établir une communication téléphonique en utilisant les fils d'une installation ordinaire de sonneries, de sorte qu'on peut, en même temps qu'on sonne quelqu'un, entrer en conversation avec cette personne.

Le bouton-téléphone se compose d'une partie mobile, ayant la grandeur et l'aspect d'un bouton d'appel ordinaire, et d'un socle métallique P, se fixant au mur par deux vis (fig. 986). La plaque P porte quatre griffes G, qui maintiennent la partie mobile, lorsque l'appareil est au repos. Sur sa face postérieure P_1 sont fixées

deux bornes *ab*, qui reçoivent les deux fils de ligne, et une touche métallique *m*. La borne *a* est reliée avec une lame élastique *n* portant à l'extrémité inférieure une goupille S, qui traverse la plaque P et fait saillie en avant (fig. 987). Lorsque la partie mobile est enlevée, la lame *n* vient s'appuyer sur la touche *m*; lorsque partie est remise en place, elle repouss goupille S et supprime le contact de *m* et *n*. trois pièces *a*, *b*, *m* partent trois fils 1, 2 qui se réunissent en un cordon souple a tissant à la partie mobile du bouton.

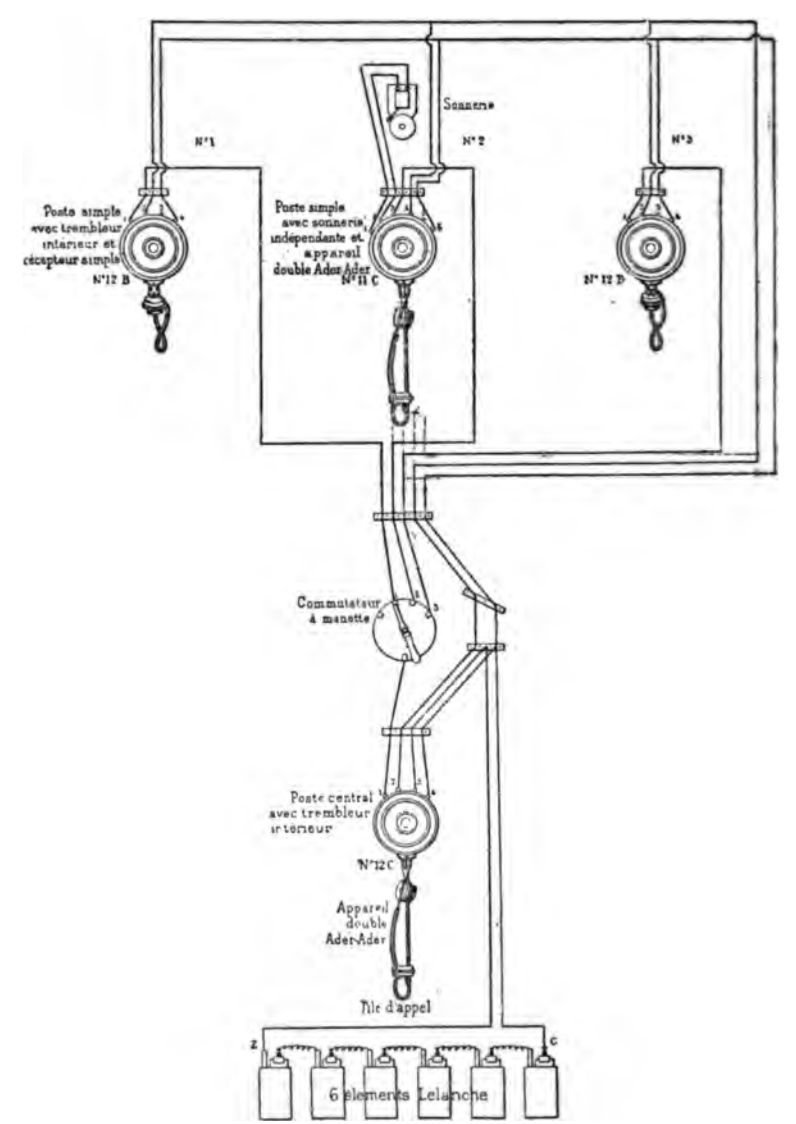


Fig. 984. — Installation d'un poste central pouvant appeler trois postes simples sans réciprocité.

Cette partie mobile comprend un petit téléphone Bell, de forme circulaire, qui sert alternativement de récepteur et de transmetteur. M est la membrane de ce téléphone, T sa bobine, *h* une lame élastique reliée à la masse de l'appareil, et placée en regard d'un contact *g*, isolé de cette même masse; *g* et *h* forment le bouton d'appel. La masse de l'appareil est en communication avec le fil 1, le cont avec le fil 2, et la bobine d'une part avec l de l'autre avec la masse de l'appareil.

Lorsqu'on appuie sur le bouton C on toucher *g* et *h* et l'on ferme le ci ligne sur la sonnerie. Lorsqu'on

lė, la bobine du téléphone est mise dans cuit d'un côté par la masse de l'appareil et le fil 1, et de l'autre par les lames *m* et *n* et le fil 2. (Voy. J. Brault, *Histoire de la téléphonie.*)

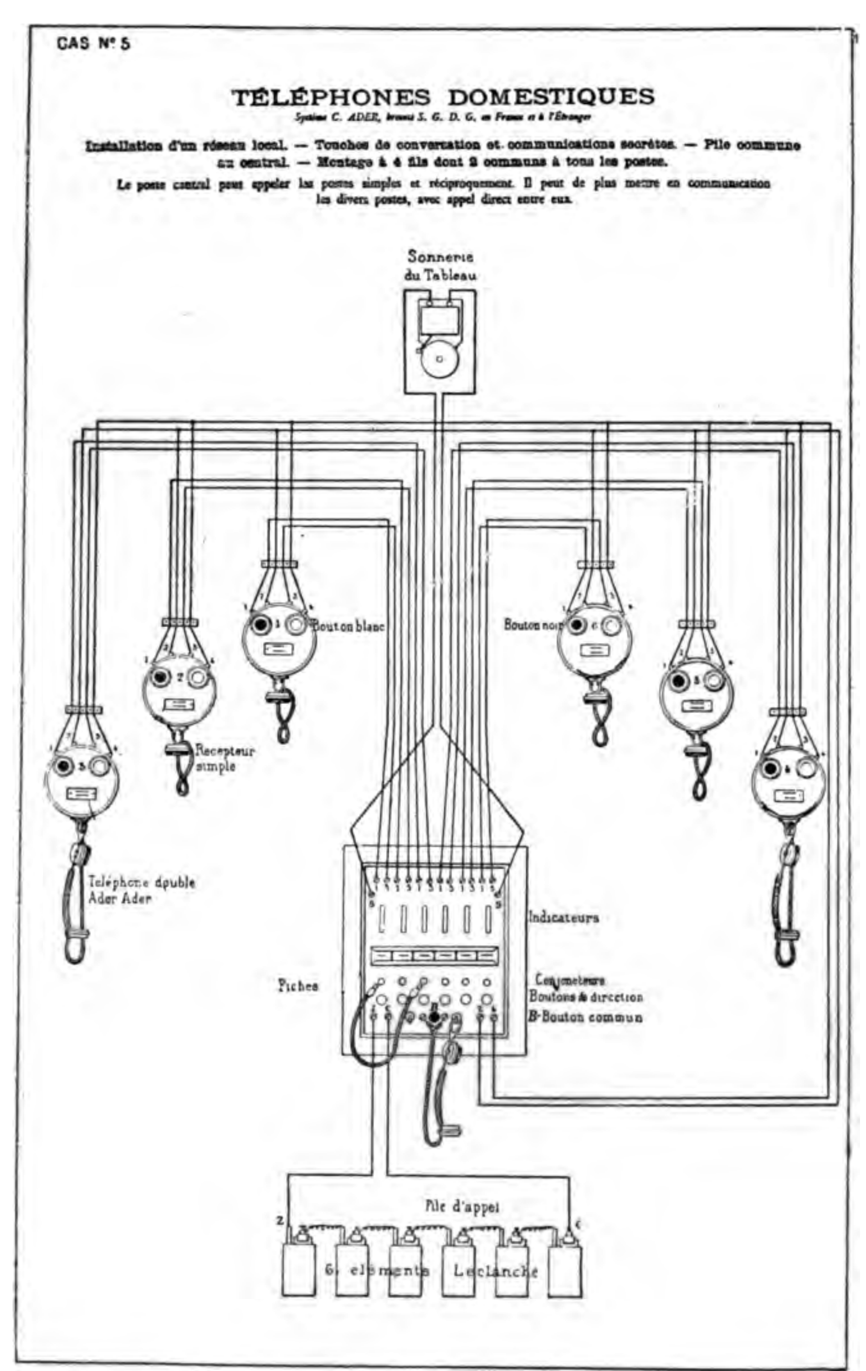


Fig. 985. — Installation d'un réseau teléphonique local.

llation des boutons-téléphones. — Ces ap- se montent comme les sonneries. Il suffit de remplacer les boutons ordinaires par des boutons-téléphones et d'ajouter au poste de

service, qui n'a pas en général besoin d'appeler les autres, un bouton téléphonique particulier, différant des autres par l'absence de bouton d'appel *gh*, et par la présence dans le socle d'un commutateur spécial, qui met la sonnerie d[illegible] le circuit lorsqu'il est au repos et la rempl[illegible] par le téléphone lorsqu'on prend le bouton [illegible] main. La figure 988 représente une installat[illegible]



Fig. 986. — Vue intérieure d'un bouton-téléphone. (Figure communiquée par M. Brault.)

de ce genre, dans laquelle les postes ordinaires peuvent appeler le poste de service sans réciprocité.

Il est utile de convenir d'un signal différent, selon qu'on veut faire venir la personne appelée ou lui parler. Dans le dernier cas, la [illegible] sonne qui appelle met immédiatement son [illegible] léphone à l'oreille : la personne appelée p[illegible] le téléphone de service et parle.

Il peut arriver que le poste de service [illegible]

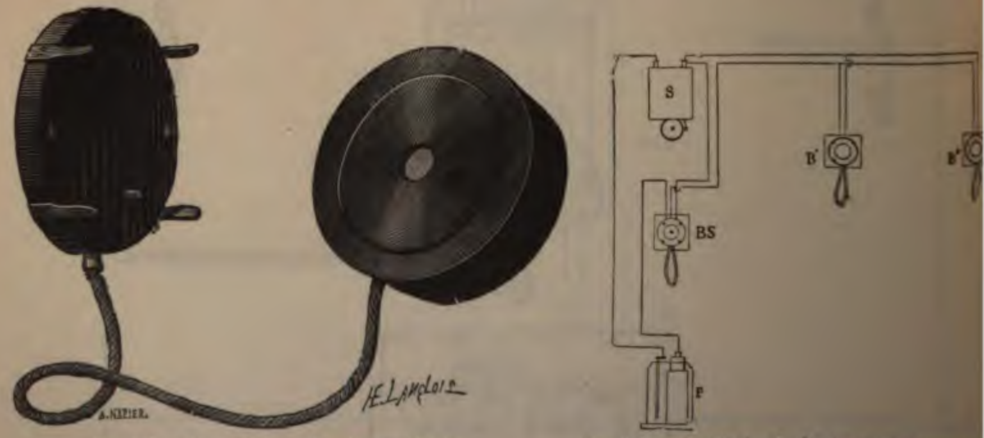


Fig. 987. — Vue extérieure d'un bouton-téléphone.

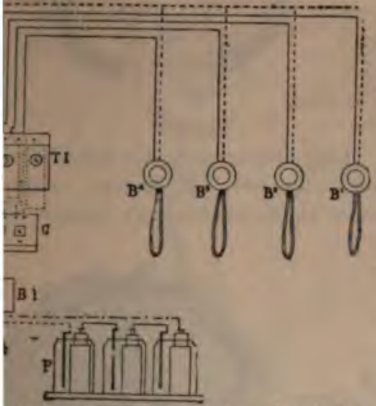
Fig. 988. — Installation de boutons-téléphones p[illegible] appeler le poste de service sans réciprocité.

muni d'un tableau indicateur. Cela ne change rien aux dispositions précédentes : on monte le tableau comme d'ordinaire, mais le poste de service sait alors d'où proviennent les appels, ce qu'il ignorait dans le premier cas.

Enfin on peut désirer qu'il y ait récipro[illegible] que le poste de service puisse attaquer l[illegible] tres, ce qui rend l'installation un peu [illegible] compliquée. On peut se servir alors d[illegible] phone lui-même comme appareil averti[illegible]

n place au poste de service une bo-
iction avec trembleur, dont le fil in-
unique avec la ligne. Des boutons
ermettent de fermer, au moment
ircuit inducteur sur la pile, et d'en-
même temps les courants induits
léphone du poste qu'on veut inter-
y produisent des bruits assez in-
r qu'on les entende dans toute une

essaire dans ce cas que le circuit
mment fermé sur les boutons-télé-
ır que le poste de service puisse les
olonté; mais d'autre part la pile doit
ient dans le circuit afin que chaque
se sonner au besoin : il faudrait
en laisser travailler la pile sans in-
ce qui l'userait très vite, ou bien se



stallation d'un tableau indicateur et de boutons-
uvant appeler le poste de service sans récipro-

plus grand nombre de fils, ce qui
ait l'installation.
ce double inconvénient en se ser-
ipe-circuit électrolytiques de M. d'Ar-
cun de ces appareils se compose de
s éléments secondaires fermés her-
nt et formés de deux lames de fer
ans une pâte humide à base de po-
petits couples, dissimulés dans le
outons téléphoniques et intercalés
cuit, se chargent rapidement sous
courant qui les traverse et, leur
omotrice faisant bientôt équilibre à
pile, il ne passe plus de courant,
circuit soit fermé. Cela n'empêche
le passage des courants très éner-
bobine d'induction. La figure 989
isposition des fils dans ce dernier

Poire-téléphone. — La figure 990 montre une modification du téléphone précédent, qui est installé dans un appareil peu différent des poires d'appel ordinaires; on voit seulement que le bouton K est placé latéralement, la partie inférieure étant occupée par l'embouchure du téléphone. L'aimant A du téléphone a la forme d'un V renversé : il porte les bobines *bb*, au-dessous desquelles se trouve la membrane;

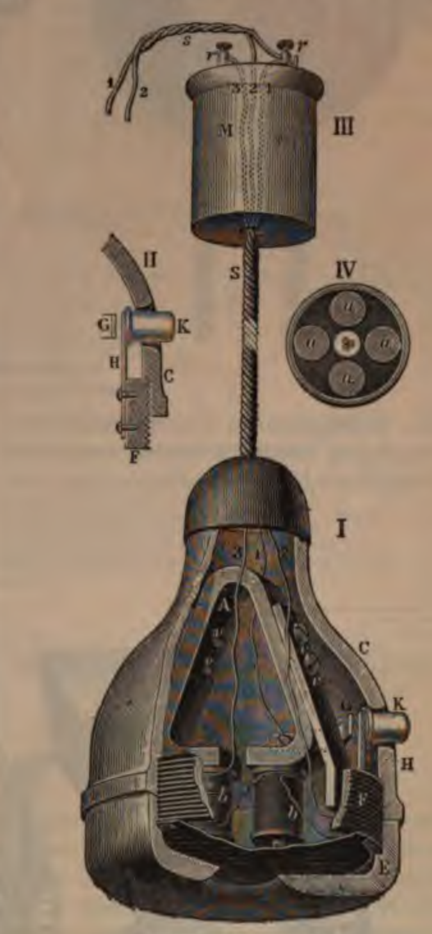


Fig. 990. — Poire téléphone.

le tout est fixé, par l'intermédiaire de quatre vis *v* et de deux lames de laiton, à la bague filetée F qui s'enlève facilement, lorsqu'on a dévissé le couvercle E.

Le bouton K est fixé sur un ressort H, relié à la masse, en face duquel se trouve un contact isolé G. Le cylindre d'ébonite M renferme un coupe-circuit électrolytique, formé de quatre petits éléments.

Le câble souple S renferme trois fils : le fil 1, venant du poste de service, s'attache à l'une

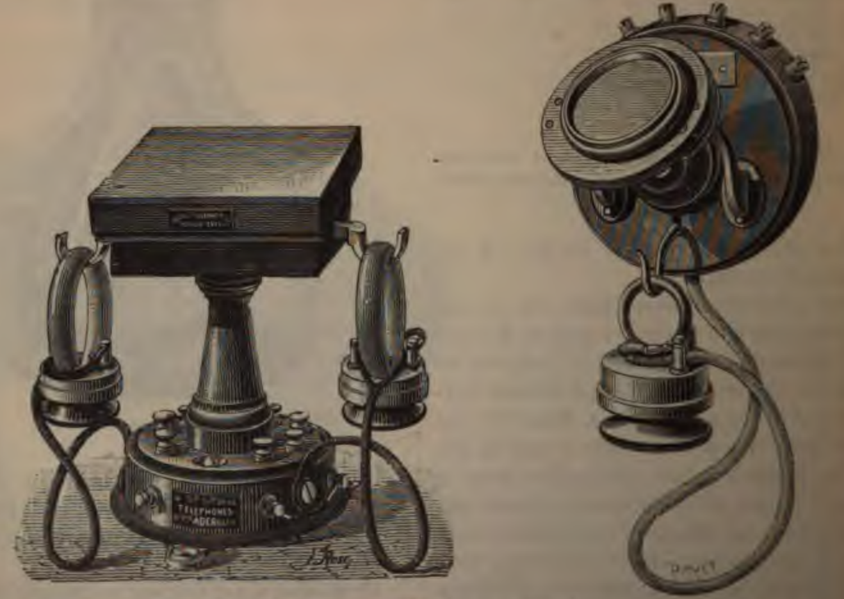
des bornes r du coupe-circuit et au contact isolé G; le fil 2 relie directement le poste de service à la masse du téléphone. Enfin le fil 3 part de la seconde borne r' du coupe-circ pour se rendre à l'une des extrémités des bines b, l'autre extrémité communiquant



Fig. 991. — Home-téléphone.

la masse. Le téléphone et les accumulateurs a sont toujours en circuit; le bouton d'appel est en dérivation sur les bornes rr'.

Home-téléphone. — Le *home-téléphone*, r senté fig. 991, est destiné, comme les modèles precédents, aux usages domesti


Fig. 992. — Postes microtéléphoniques domestiques.

Il peut également se placer sur une installation de sonneries déjà existante. Il est simple, d'une construction solide et ne se dérègle pas. La figure montre l'appareil au repos et en fonction.

Postes microtéléphoniques domestiques. peut être utile, même dans la télépho mestique, de remplacer le transmett gnétique par un microphone; c'est ce q

lorsque la distance dépasse 100 mètres. On peut dans ce cas employer les postes microphoniques décrits plus loin (TÉLÉPHONIE URBAINE); nous indiquerons seulement ici les dispositions les plus simples.

La figure 992 montre deux postes qui sont commodes et peu embarrassants, et conviennent particulièrement aux usages domestiques. Le premier est un poste mobile ou simplifié du système Ader. Le transmetteur est fixé sur la face inférieure d'une planchette formant pupitre, et disposée au sommet d'une colonne mobile. On peut ainsi placer l'appareil à volonté sur une table, sur un bureau, partout où l'on en a besoin. Deux téléphones du même inventeur, destinés à utiliser les deux oreilles, sont suspendus à des crochets dont l'un sert de commutateur automatique. Le bouton d'appel se voit en avant. Un cordon souple composé de sept conducteurs recouverts de soie raccorde le poste avec les fils de ligne, de sonnerie et de pile, au moyen d'une planchette à quatorze bornes que l'on fixe au mur au point de jonction des fils.

Le second modèle est du système Berthon-Ader. Le transmetteur Berthon est disposé sur une applique ronde qu'on fixe au mur, et qui est munie d'un bouton d'appel et de bornes d'attache. Un crochet formant commutateur automatique supporte un récepteur Ader.

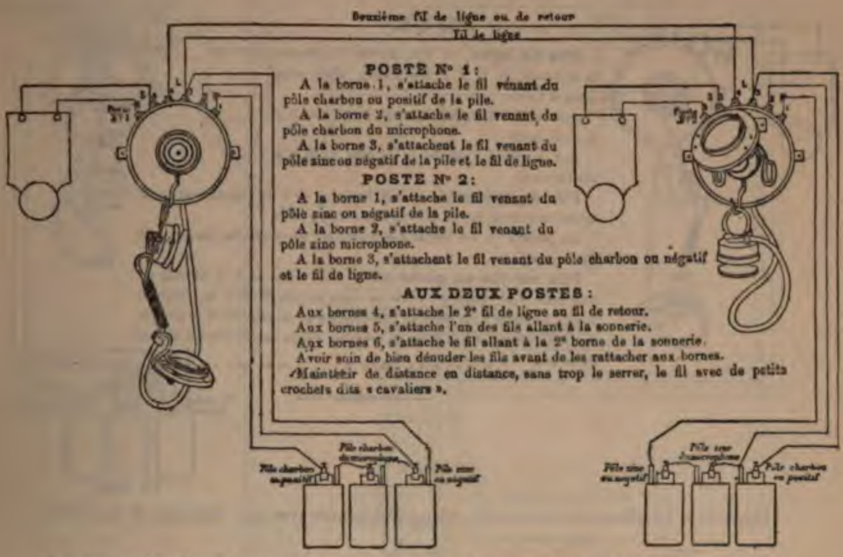


Fig. 993. — Installation de deux postes microtéléphoniques avec deux fils de ligne et deux piles.

Nous avons décrit à l'article MICROPHONE d'autres postes microphoniques destinés aux usages domestiques.

Installation de deux postes microtéléphoniques. — Il faut avoir soin de ne pas mettre trop d'éléments de piles sur le microphone : trois couples Leclanché suffisent toujours largement, tandis que le nombre nécessaire pour les sonneries augmente avec la distance. Nous supposerons d'abord, comme pour les téléphones, qu'on veuille installer deux postes microtéléphoniques complets, permettant chacun d'appeler, de parler et d'entendre. Ici, comme dans le cas des téléphones magnétiques, l'installation peut se faire de deux manières différentes, soit avec deux fils de ligne et deux piles distinctes, une à chaque poste, soit avec une seule pile et trois fils de ligne. Quelle que soit la combinaison adoptée, il ne faut pas mettre dans ce cas plus de deux éléments sur le microphone, ainsi que le montrent les figures 993 et 994. La première représente l'installation réalisée avec deux piles distinctes. Le poste n° 2, c'est-à-dire celui de droite, est semblable à celui de la figure 992; le poste n° 1 porte le téléphone et le microphone suspendus au crochet automatique et réunis l'un à l'autre par une poignée métallique garnie. Les deux appareils ainsi montés s'appliquent facilement l'un devant la bouche, l'autre à l'oreille, et la main droite peut rester libre, ce qui permet d'écrire en même temps. Chaque pile se compose de trois éléments Leclanché dont deux seulement servent pour le microphone et les trois pour la sonnerie. Les

quatre dernières bornes de chaque poste communiquent avec les fils de ligne et les sonneries. La borne 3 reçoit aussi à gauche le pôle négatif, à droite le positif; la borne 1 est reliée à l'autre pôle. Enfin aux bornes 2 s'attachent à droite le pôle positif, à gauche le négatif des deux piles destinées aux microphones (1).

La figure 994 représente la même installation, mais faite avec une seule pile. Le n° 2 est disposé de la même manière, si ce n'est que le troisième fil de ligne, le fil rouge, s'attache à la borne 1, qui reçoit aussi le pôle positif de la pile totale destinée aux sonneries. Dans le poste n° 1, les bornes 2 et 3 sont réunies par un petit bout de fil de cuivre.

Installation d'un poste central et de plusieurs postes simples. — Les divers cas qui peuvent se présenter dans l'installation des postes microphoniques sont les mêmes que nous avons déjà rencontrés à propos des téléphones : il est donc inutile de les énumérer de nouveau. Nous choisirons encore ici un autre exemple, soit le cas de postes simples pouvant appeler le central sans réciprocité. C'est celui qui se présente lorsqu'on veut réunir toutes les pièces d'un appartement ou d'une maison avec l'office. C'est

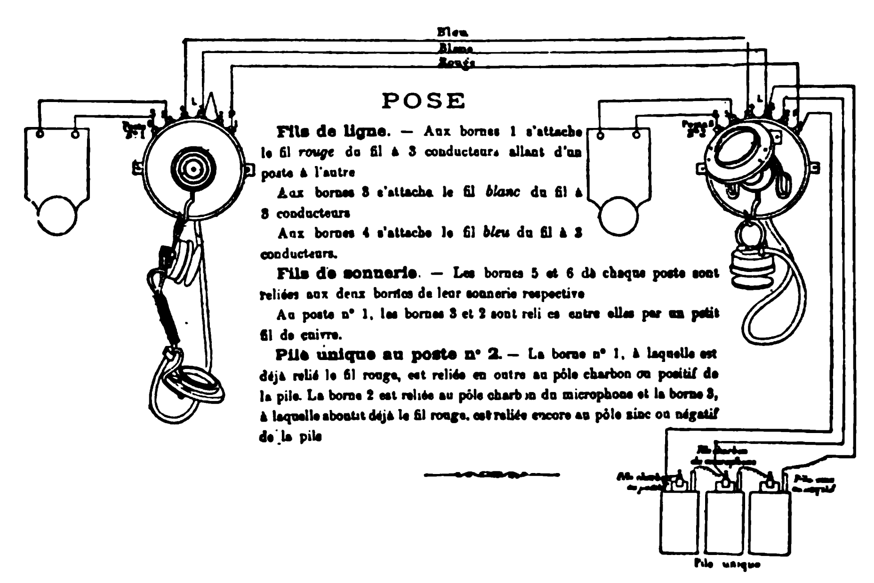


Fig. 994. — Installation de deux postes microtéléphoniques avec une seule pile et trois fils.

en quelque sorte le complément d'une installation ordinaire de sonneries électriques, et l'on peut le plus souvent utiliser pour faire cette installation les fils, tableaux indicateurs, sonneries et piles déjà existants.

Le poste central doit avoir ici un tableau indicateur semblable à ceux des sonneries, pour savoir d'où vient l'appel entendu, une sonnerie, un appareil double, récepteur et transmetteur, et enfin une planchette munie de bornes pour les fils de ligne, de conjoncteurs et d'un cordon à une fiche pour établir la communication avec le poste appelant. Les conjoncteurs spéciaux employés à cet effet portent le nom de *Jack-Knives*. Les postes simples, composés ici d'appliques avec appareils Berthon-Ader, n'ont pas besoin de sonneries. Une seule pile de quatre à six éléments, dont deux seulement pour les microphones, suffit pour tous les postes. La figure 995 représente la communication établie avec le poste n° 1 ; elle montre la disposition des fils, qui se comprend facilement.

La figure 996 montre un poste central mobile, formé d'un pupitre sur lequel sont établis les leviers commutateurs, et dont la face antérieure porte des annonciateurs à disque petit modèle: à l'intérieur est la bobine d'induction. L'appareil comprend en outre un tableau à disparition automatique, une sonnerie et un crochet commutateur supportant l'appareil Berthon-Ader. Ce poste peut être établi pour sonneries magnétiques. Cette disposition a été adoptée dans les bureaux de la Compagnie transatlantique, de la Banque franco-égyptienne, etc.

(1) Sur la légende et la figure 993 on a inscrit : Pôle charbon du microphone au lieu de pôle zinc, et réciproquement.

qu'on fait usage d'un transmetteur mi-nique, il est indispensable de l'actionner ıe pile; si même on se sert d'un simple ›ne magnétique, on a encore besoin le plus souvent d'une pile pour la sonnerie d'appel. Il est à peine nécessaire d'ajouter que la pile Leclanché est celle qui convient le mieux ici, de même que dans toutes les applications

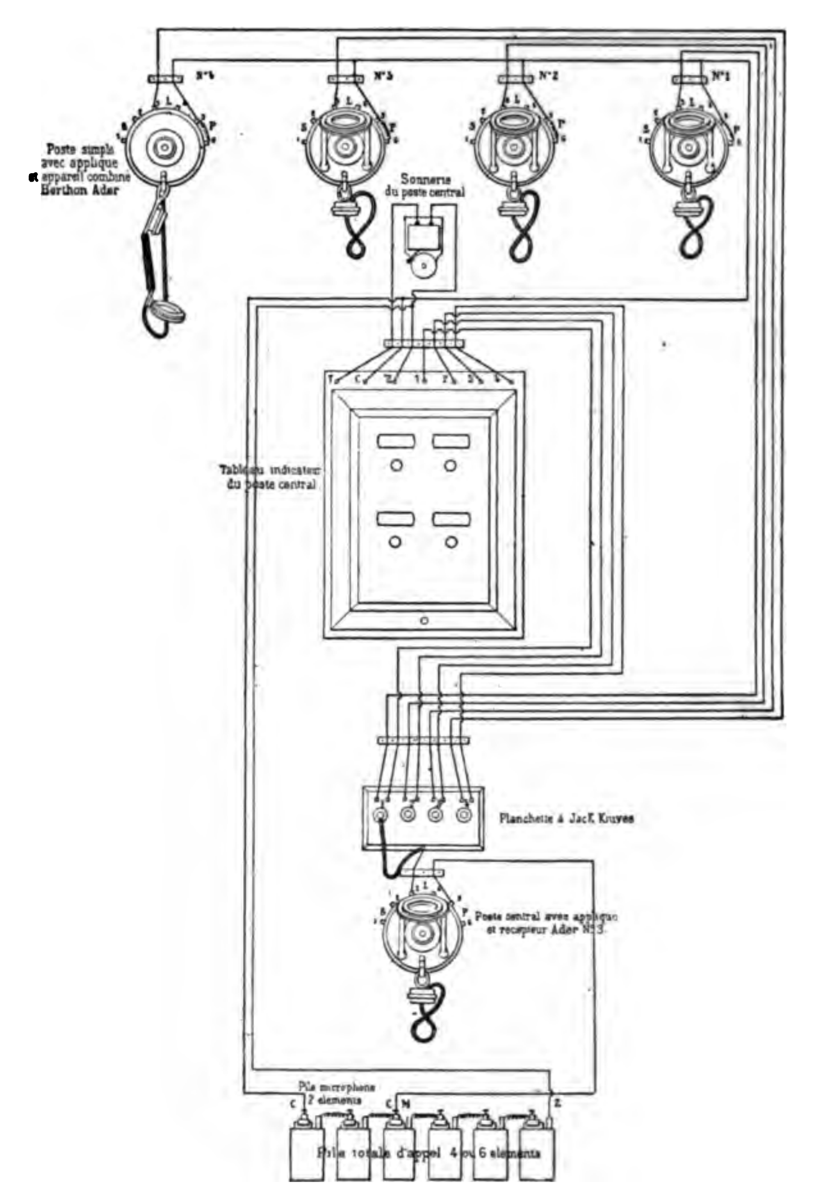


Fig. 995. — Installation de postes microphoniques simples pouvant appeler le central sans réciprocité.

xigent qu'un service intermittent. Le d'éléments nécessaire pour la sonnerie ıte un peu avec la distance : il ne dé-›as en général quatre à six éléments. : microphone au contraire, il est indé-t de la distance : deux ou trois éléments au maximum suffisent toujours, mais l'on se sert au besoin d'une bobine d'induction, comme pour la téléphonie urbaine.

Téléphonie urbaine. — Dans la téléphonie urbaine, on fait toujours usage de postes micro-téléphoniques. Ceux qui ont été décrits à l'article

MICROPHONE et dans le paragraphe précédent, en particulier le premier modèle de la figure 992, conviennent parfaitement.

La figure 997 représente un autre poste m bile, système Berthon-Ader; le socle, en ac jou ou en bois noir, contient une bobine d'i



Fig. 996. — Poste central mobile.



Fig. 997. — Poste mobile Berthon-Ader.

duction; il est muni d'un crochet commuta-



Fig. 998. — Poste fixe système Ader.

teur qui porte le téléphone et d'un bouton d'appel; le microphone se voit à la partie supé-

rieure. Cet appareil est indéréglable : il pet poser sur une table, un bureau ou un me quelconque.

Le poste de la figure 998 se compose au traire d'un microphone Ader, en forme de pitre, renfermant la bobine d'induction. Il muni en outre d'une clef d'appel, d'un p tonnerre, d'un crochet commutateur et bornes nickelées pour les communications

Enfin la figure 999 représente un poste thon-Ader muni d'une sonnerie magnéto-trique. On voit la sonnerie, la petite mac magnéto, la bobine d'induction, le cro commutateur, qui porte le téléphone et le crophone, enfin une boîte en forme de pu renfermant un grand élément Leclanché qu tionne le microphone. Un second télép peut être suspendu à droite.

elle que soit la distance à parcourir, les ophones sont toujours actionnés par un nombre de piles, parce que le microphone ommunique jamais directement avec le ré-ıur.

l'on se contentait en effet d'établir un cir- contenant la pile, le transmetteur micro- ique et le téléphone récepteur, la résis- de ce circuit augmentant avec la distance, ısité du courant diminuerait, ainsi que ariations d'intensité qui mettent le récep-teur en action, et les sons transmis deviendraient de moins en moins distincts.

Pour remédier à cet inconvénient, on fait généralement usage d'une bobine d'induction servant d'intermédiaire et placée généralement dans le support même des postes, comme on le voit sur la figure précédente. Le fil primaire de cette bobine est seul mis en circuit avec la pile et le microphone. Les variations du courant primaire produites par le téléphone font naître des courants induits dans le fil fin, qui

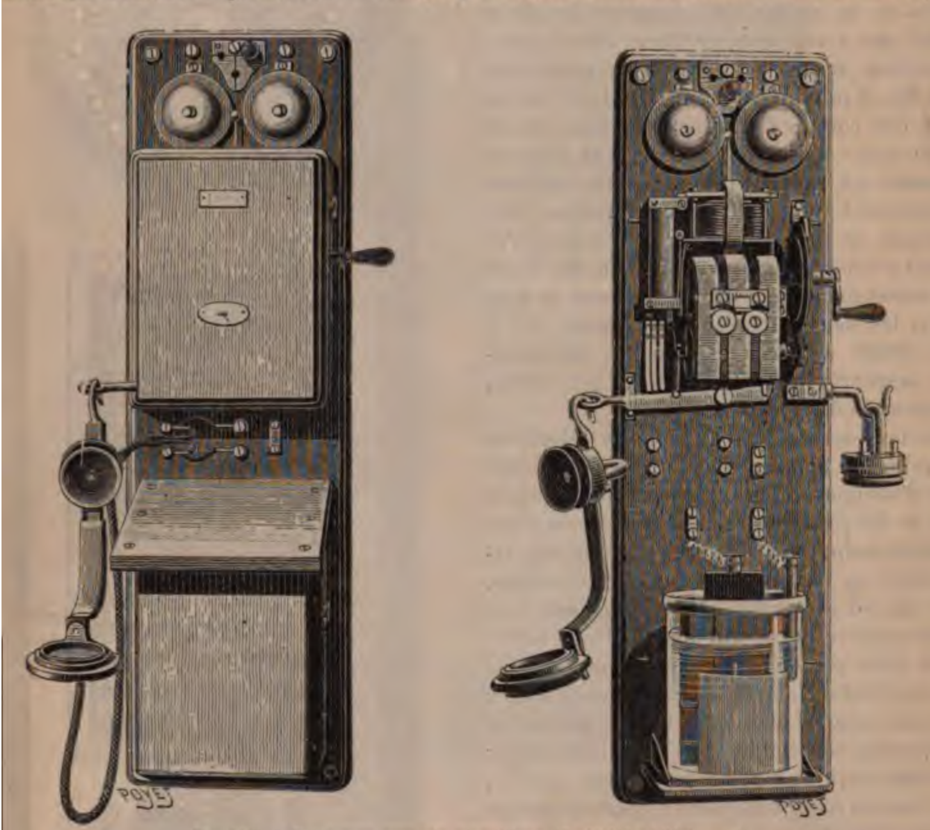


Fig. 999. — Poste avec sonnerie magnétique. (Société des téléphones.)

ılié au récepteur. Ce sont ces courants qui parler le téléphone.

s lignes téléphoniques qui relient entre les abonnés d'une même ligne peuvent composées d'un seul fil avec retour par la , comme les lignes télégraphiques.

ıis ce système ne manque pas d'inconvé- ts, surtout lorsqu'il existe dans le voisinage il unique d'autres conducteurs servant à ransmissions télégraphiques ou téléphoni- ; il peut se produire alors des courants luction tout à fait gênants. On sait en effet que, pour envoyer une dépêche, il faut lancer dans le fil télégraphique une série de courants interrompus, dont chacun produira dans tout fil voisin deux courants induits de sens contraires. Si l'on applique à ce moment l'oreille au téléphone récepteur, on percevra, par suite de ces phénomènes d'induction, une série de bruits sans suite, qui pourront, s'ils sont assez intenses, empêcher d'entendre la parole de l'interlocuteur. Il en sera à peu près de même si le fil est placé près d'un autre conducteur téléphonique : on percevra alors la conversation

transmise dans le conducteur voisin, en même temps que celle qu'on doit entendre, mais avec une intensité moindre; dans certains cas, ce sera même un simple bruissement, mais ce sera toujours fort incommode.

Bien des systèmes ont été essayés pour remédier à cet inconvénient. M. Hughes a proposé de croiser les deux fils, de sorte qu'ils soient alternativement l'un au-dessus de l'autre, ou l'un à côté de l'autre. Un procédé plus simple consiste à employer toujours deux fils réunis en un même câble, comme le fait la Société des téléphones de Paris. Si un autre conducteur se trouve dans le voisinage des deux fils, il produit à tout instant dans chacun d'eux des courants d'induction égaux et de même sens. Mais, comme les deux fils sont parcourus en sens contraire par les courants qui servent à transmettre la conversation téléphonique, en réalité les courants induits s'ajoutent au courant normal dans l'un des fils et s'en retranchent dans l'autre : comme ils sont égaux, les deux effets se compensent. Il y a donc intérêt à placer les deux fils téléphoniques aussi près que possible l'un de l'autre, par exemple dans un même câble.

Bureaux centraux. — Lorsque le téléphone doit relier un nombre plus ou moins considérable d'abonnés, il serait impossible de placer assez de fils pour mettre chacun d'eux en communication directe avec tous les autres. On établit alors un ou plusieurs bureaux centraux, dont chacun reçoit les fils des abonnés d'un même quartier. Lorsqu'un abonné désire parler à une autre personne, le bureau auquel il est relié établit directement la communication avec cette personne, si elle dépend de ce même bureau; sinon, elle établit la communication avec le bureau auquel est reliée la personne appelée, et ce bureau à son tour met en communication les deux abonnés.

Pour obtenir ce résultat, le bureau central doit contenir les commutateurs nécessaires à l'établissement des communications et les appareils servant à faire connaître les abonnés qui appellent. En France et en Amérique, on emploie les commutateurs appelés *jack-knives*. Nous avons indiqué à ce mot et à l'article INDICATEUR comment se font les appels et comment s'établissent les communications : il nous reste donc seulement à décrire l'installation des bureaux centraux.

Cette installation est plus ou moins compliquée suivant le nombre des abonnés. Celle qui est représentée (fig. 1000) est disposée pour vingt-cinq abonnés. Les annonciateurs et les jack-knives sont fixés sur un panneau à charnière, ce qui permet de les visiter facilement. Ce panneau porte également l'appareil microtélépho-



Fig. 1000. — Bureau central avec rosace pour 25 abonnés.

nique destiné à l'employé, les commutateurs d
sonneries, de changement de piles, les crochet
de suspension des cordons, etc. A la partie sup
rieure est une *rosace* à laquelle aboutissent le
lignes des abonnés; les fils se rendent ensuit

allèlement aux annonciateurs et aux jack-
ves. Ce poste se construit pour simple fil et
r double fil. Dans le premier cas, les contacts
osace forment paratonnerre. Ici les abonnés
it tous réunis sur un même tableau, les
munications s'établissent facilement à l'aide
onducteurs souples à deux fiches (Voy. JACK-
s).

rsqu'on a plus de cinquante abonnés à réu-
il devient difficile de les placer sur un même tableau; on les répartit alors sur un nombre de tableaux plus ou moins grand. Ces tableaux sont souvent groupés par deux; chaque groupe porte un numéro; celui de la figure 1001 a le numéro 3. Mais, lorsque deux abonnés appartiennent à des tableaux un peu éloignés, il faudrait, pour les réunir directement, des conducteurs fort longs et d'un maniement incommode; lorsque ces conducteurs seraient nombreux, ils s'emmêleraient et souvent on déta-

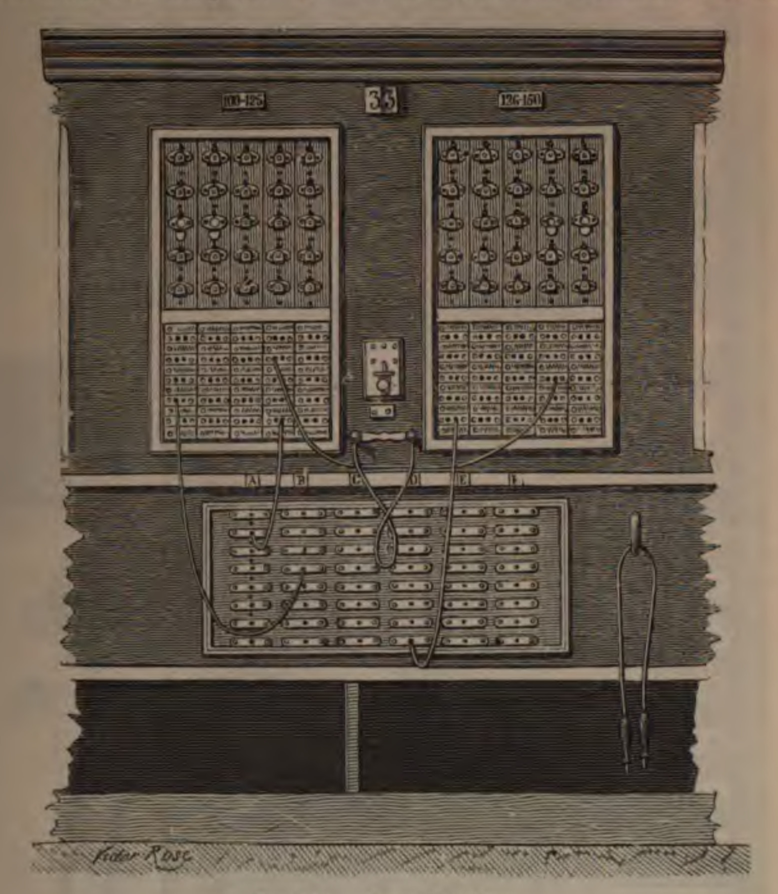


Fig. 1001. — Groupe de tableaux.

ait l'un par accident en détachant l'autre.
our éviter cet inconvénient, on a placé, sous
que groupe de tableaux, une série de con-
teurs ou de jacks, n'ayant qu'un seul trou
as de ressort. Ces appareils sont divisés en
rangées verticales, désignés par les lettres
, C, D, E, F, et en rangées horizontales, dont
ombre peut s'élever jusqu'à quinze. Les
re premières rangées horizontales sont des-
es aux *lignes auxiliaires*, c'est-à-dire à celles
vont aux autres bureaux; les suivantes servent pour les *lignes d'abonnés* aboutissant aux autres tableaux du même bureau. Leur nombre est égal à celui des groupes du bureau. Ces jacks sont reliés ensemble de la manière suivante : tous les A d'une même ligne horizontale communiquent par un fil continu, de même tous les B, etc. Les liaisons n'existent donc que dans une même rangée. Chaque ligne horizontale est réservée aux communications avec le groupe dont elle porte le numéro. Enfin, au bureau central de l'avenue de l'Opéra, qui

est double et muni de quinze rangées horizontales, les trois dernières sont destinées aux *lignes locales*, c'est-à-dire à celles qui abou-sent au bureau jumeau.

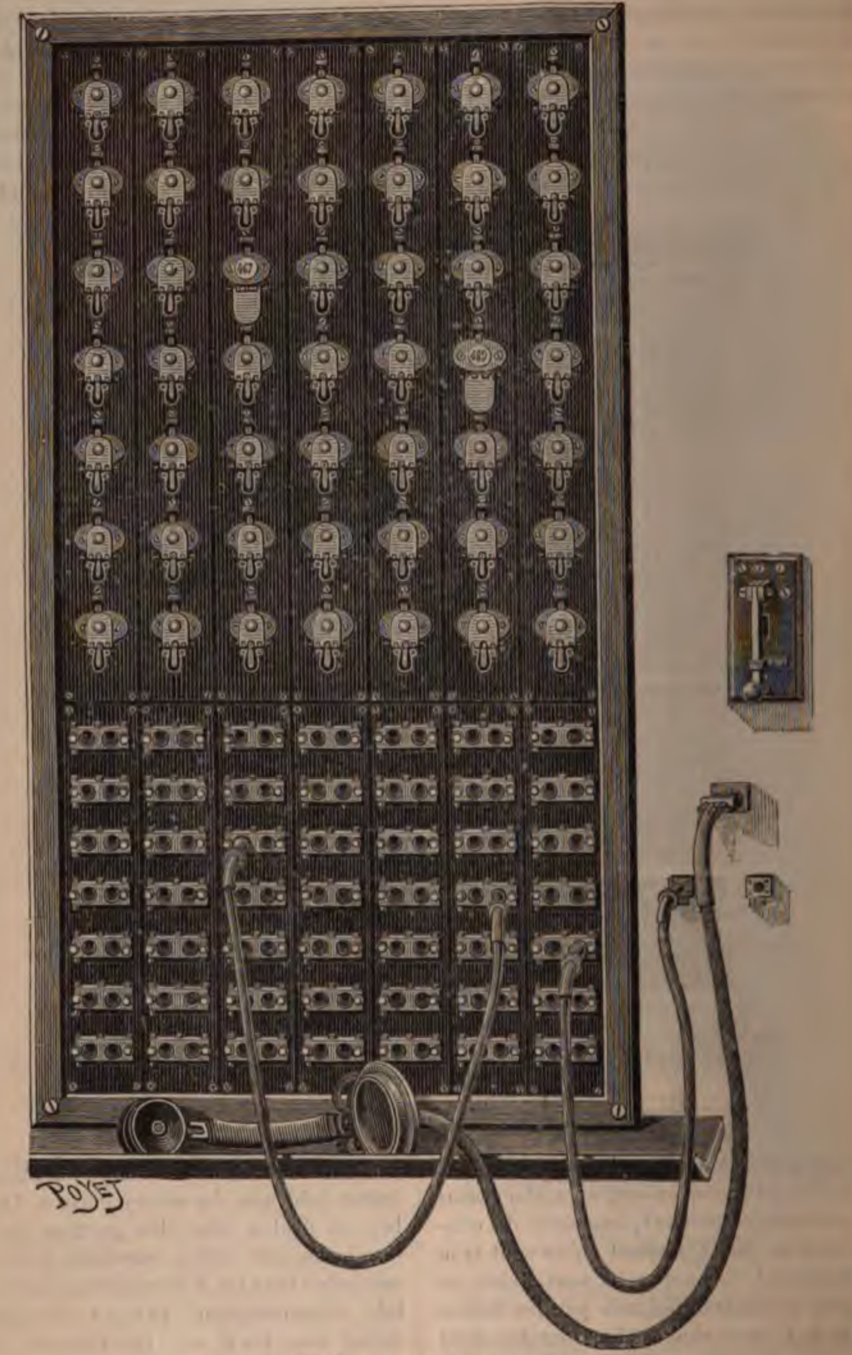


Fig. 1002. — Tableau pour 49 abonnés (vue extérieure).

Pour relier deux abonnés d'un même groupe, il suffit encore de réunir leurs jack-knives par un cordon souple ; c'est ce que montre la

Pour relier deux abonnés appartenant

ents du même bureau, en utilise és au bas du tableau. L'abonné relié avec l'un des jacks de la le numéro du groupe de l'abonné oisit le premier qui est libre. Si le jack A est déjà occupé, on place la cheville dans le jack B. L'employée se rend ensuite au groupe de la personne appelée, et fait communiquer cet abonné avec le jack B de la même ligne de ce groupe. Les communications avec

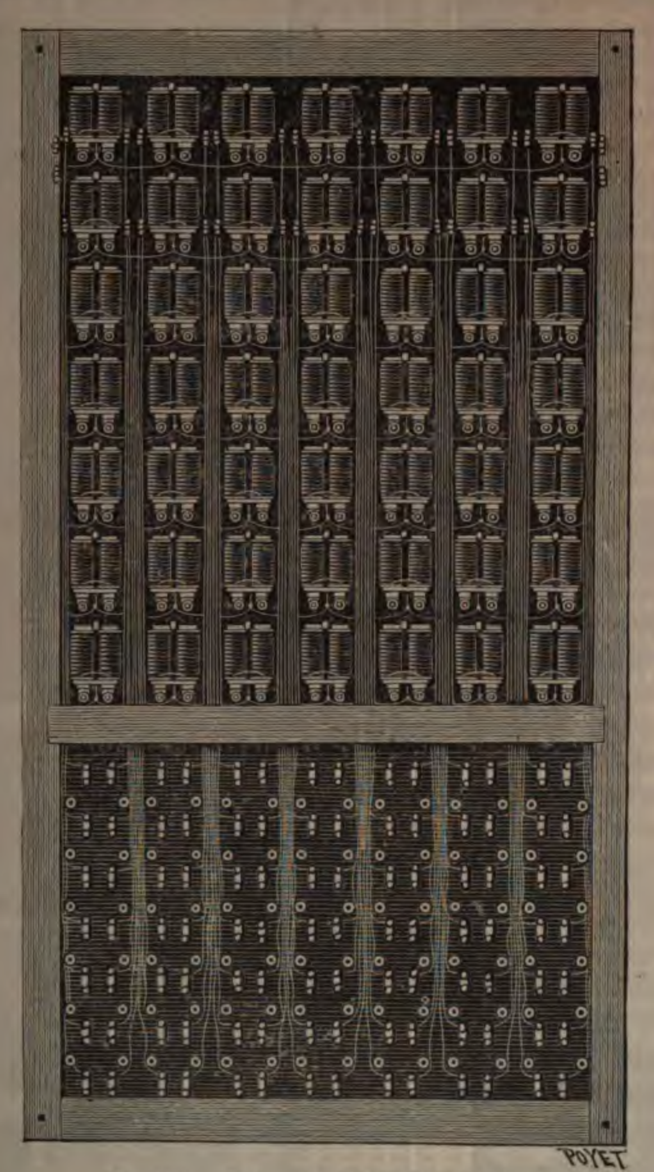
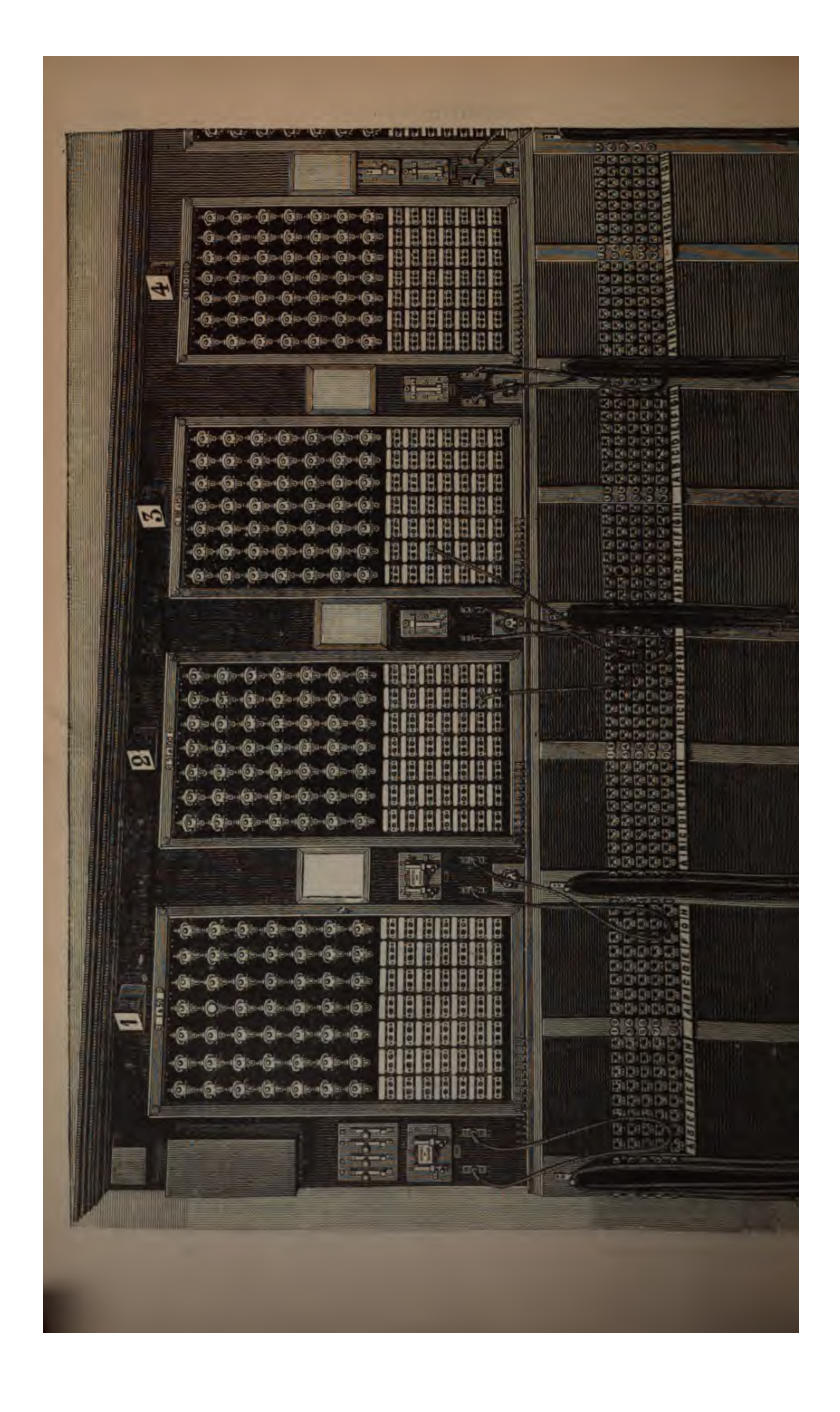


Fig. 1003. — Tableau pour 49 abonnés (vue intérieure).

u bureau jumeau ou des autres olissent de même.

es bureaux, les abonnés sont bleaux de 49 cases. Les figures 1002 ent la vue extérieure et intérieure ableaux, avec les indicateurs et la disposition des fils. La figure 1004 représente la perspective du bureau C, récemment installé à la Villette. La partie représentée comprend 4 tableaux de 49 cases et peut desservir par suite environ 200 abonnés.

Nous représentons enfin (fig. 1005) un type



panneau créé tout récemment par l'Administration des téléphones, et dont l'emploi tend à se généraliser. Ce système a été adopté notamment en Espagne et dans les colonies espagnoles, où les réseaux téléphoniques ont pris un grand développement; il permet de créer une installation pour un petit nombre d'abonnés et de la développer peu à peu, suivant les

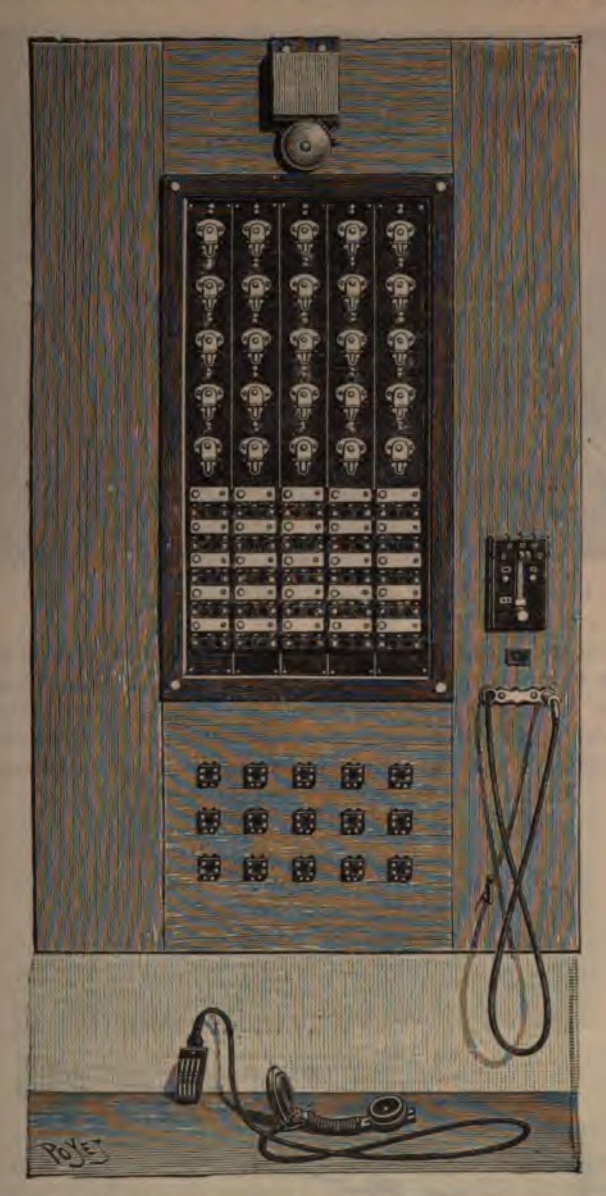


Fig. 1005. — Panneau pour 25 abonnés (type des réseaux espagnols) (Société générale des téléphones).

besoins, sans employer dès l'origine un matériel hors de proportion avec le nombre des abonnés. Dès qu'on a un petit nombre de demandes, on établit un panneau semblable à celui de la figure et comportant vingt-cinq numéros. L'appareil reste ainsi disposé tant que le nombre des abonnés ne dépasse pas vingt-cinq. Dès qu'il s'en présente un vingt-sixième, on ajoute un second panneau de vingt-cinq numéros, et ainsi de suite, chaque fois que le nombre croissant des abonnés l'exige. Ces panneaux se juxtaposent facilement, et leur ensemble forme

un tout homogène, identique aux bureaux centraux de Paris.

Comme à Paris, les abonnés sont reliés par un double fil ; toutes les communications intérieures et les organes du panneau sont a montés au double fil.

A Paris, les bureaux centraux sont dési par les lettres majuscules : A, B, C, etc. Ch



Fig. 1006. — Chambre des rosaces. (Figure communiquée par M. Brault.)

bureau possède un nombre variable de lignes auxiliaires. Ainsi le bureau G, du boulevard Saint-Germain a, par exemple, 12 lignes auxiliaires avec le bureau A, de l'avenue de l'Opéra, 6 avec le bureau O, de la rue d'Anjou, 4 avec le bureau E, de la rue de Lyon, 1 le bureau M, de la rue Étienne-Marcel, et

La Société générale des Téléphones a a un système très ingénieux pour accélér opérations de mise en communication des

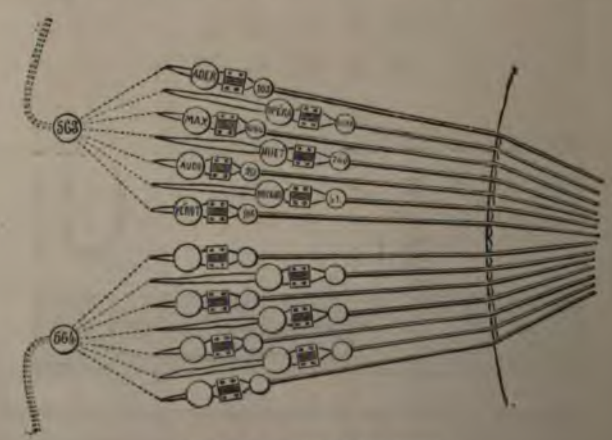


Fig. 1007. — Détail d'une rosace.

nés entre eux ; elle a placé un numéro d'ordre devant chaque nom d'abonné et elle a laissé, pour chaque bureau, 2 000 numéros. Les abonnés reliés au bureau A, par exemple, porteront des numéros pris dans la série de 1 à 2 000 ; ceux du bureau B, dans celle de 2 001 à 4 00

Dans chaque bureau, les annonciateurs tous numérotés par ordre, et ces numéro respondant tous aux jack-knives des ab il s'ensuit que, pour obtenir promptem

nication, il suffit de désigner, au bureau , l'abonné avec lequel on veut parler par éro d'ordre placé avant son nom dans la es abonnés (BRAULT, *Histoire de la télé-*

rée des câbles dans les bureaux cen- loit être faite avec le plus grand soin, à u nombre considérable des conducteurs. reau central de l'avenue de l'Opéra, , qui est placé sous le trottoir voisin, est relié au mur par un branchement particulier : une plaque métallique, percée de 365 trous, laisse passer autant de câbles formés chacun de 14 fils simples. Un regard pratiqué sur le trottoir donne accès au branchement. A leur sortie de l'égout, les câbles sont réunis en faisceaux et conduits, par des caniveaux en bois, aux *chambres à rosaces* (fig. 1006), placées au-dessous du bureau central.

Ces chambres sont des constructions car

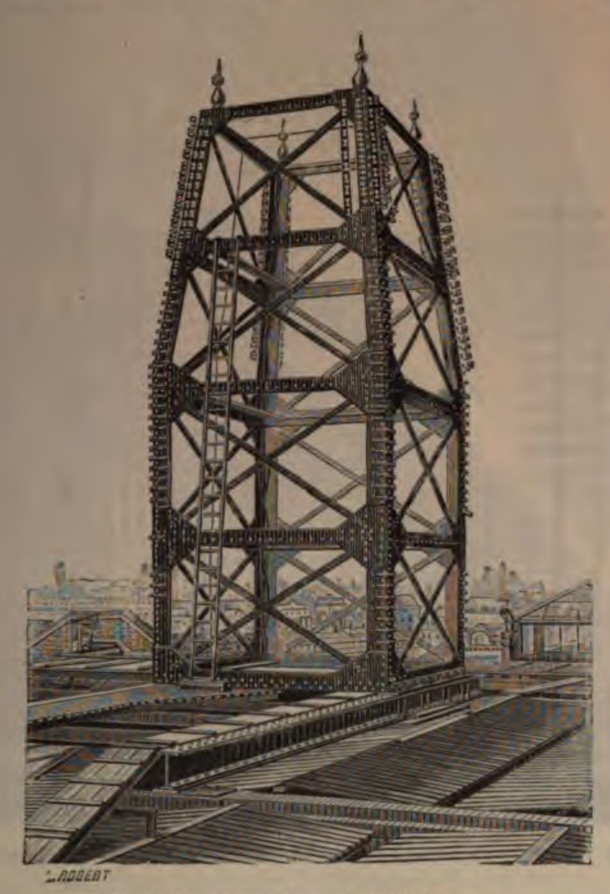


Fig. 1008. — Cage en fer pour fils téléphoniques.

n planches, dans l'intérieur desquelles les se dépouillent de leur enveloppe de se divisent et se distribuent en rosaces d'ouvertures circulaires pratiquées sur tre faces des chambres. De chaque câble sept lignes à deux fils, qu'on isole l'un tre sur le bord de l'ouverture par des en caoutchouc (fig. 1007), et qui aboutis- des serre-fils doubles fixés alternative- uivant deux circonférences concentri- es sept lignes d'un même câble ont des couleurs différentes. Cette disposition facilite la recherche des dérangements et permet de grouper ensemble les abonnés qui ont de fréquentes communications, sans changer les fils qui vont au tableau.

Chaque circuit de deux fils se prolonge ensuite jusqu'aux commutateurs par des fils isolés, appelés *fils paraffinés*, qui passent dans un caniveau en bois placé entre le plancher de la pièce et un faux plancher placé au-dessus. Ce caniveau longe le corridor formé par les deux

panneaux qui portent les tableaux. Les fils se distribuent, à mesure qu'on avance, aux divers commutateurs.

La chambre des piles est généralement placée à côté de la chambre des rosaces. On emploie à Paris des éléments Leclanché et Lalande. Pour éviter la polarisation, on change les piles en service toutes les demi-heures à l'aide de commutateurs à manette; ce changement s'eff automatiquement.

La téléphonie à l'étranger. — En Suisse Belgique, notamment au bureau centr Mons, on emploie un système de commuta un peu différent, et qui a l'avantage d'oc assez peu de place.

Dans certains pays, les bureaux centraux



Fig. 1009. — Les fils aériens à Philadelphie. (Figure communiquée par M. Brault.)

portent un nombre d'abonnés beaucoup plus considérable, de sorte qu'il suffit souvent d'un seul bureau pour une ville entière.

En Angleterre, la téléphonie s'est rapidement développée; mais, à Londres, l'exploitation du réseau présente des difficultés considérables à cause de l'immense étendue de la ville, de l'irrégularité de construction des rues, des maisons et des toitures. La canalisation est aérienne: les fils sont soutenus par des poteaux en fer placés sur les toits. Près des bureaux centraux, les poteaux sont remplacés par des constructions spéciales en fer forgé, appelées *cages* (fig. 1008). Cette sorte de tour est fixée s forte charpente métallique, supportée même par les murs du bâtiment. Elle con plusieurs étages, avec des plate-formes à rieur, d'où l'on peut manipuler les fil danger. Ceux-ci sont fixés d'ordinaire à d lateurs en porcelaine; une cage peut sup 1200 à 1500 fils.

Le bureau central de Stockholm es monté d'une cage analogue, portant 800 teurs en porcelaine.

C'est en Amérique que le téléphone naissance; aussi le premier réseau fut-il

-York en 1877. C'est en Amérique que les
llations téléphoniques sont le plus nom-
es. La figure 1009 montre l'enchevêtrement
ils électriques aériens à Philadelphie, à
e de *Chestnut street* et de *Third street*. (Voy.
ULT, *Histoire de la téléphonie*.)

éphonie à grande distance. — Dès l'ori-
les téléphones, on a cherché à établir des
unications entre les villes différentes. Des
ences nombreuses ont été faites dans
es pays, notamment en Amérique. Le
vier 1880, la communication a été établie
accès entre le bureau télégraphique de la
uche du Missouri, en face d'Omaha, et le
de l'American Union, à Saint-Louis
0 mètres). La plus grande distance fran-
st celle de San-Francisco à Tor-Bay (Nouvelle-Écosse) par la voie de New-York; la distance est de 4372,5 kil., dont 636 kilomètres par câble sous-marin.

Avec un fil de cuivre de 2,1 mm., on peut correspondre pratiquement à 500 kilomètres, avec un fil de 2,6 mm. à 941 kilomètres, avec un fil équivalant à 5 millimètres à 1775 kilomètres, et il paraît certain qu'avec le même fil on correspondrait encore à 3250 kilomètres.

Téléphonie par les fils télégraphiques. — Pour téléphoner à grande distance, on a songé dès l'origine à utiliser les poteaux des fils télégraphiques pour supporter les conducteurs téléphoniques; mais on fut arrêté immédiatement par un obstacle sérieux : les courants télégraphiques faisaient naître dans les fils des téléphones des courants induits, qui troublaient

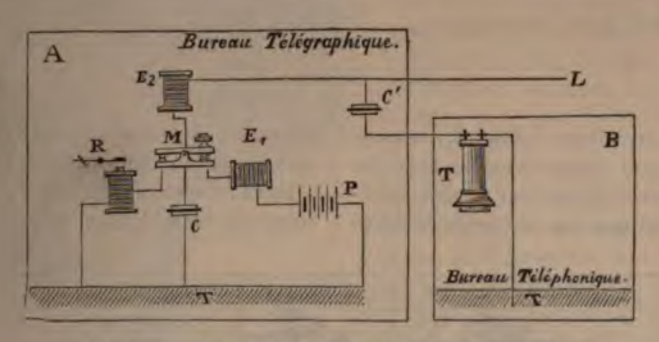


Fig. 1010. — Dispositif anti-inducteur de Van Rysselberghe.

tement la transmission en produisant un
ment continuel. Beaucoup d'inventeurs
erché la solution de ce problème. Nous
s notamment les travaux de MM. Cornélius
Brasseur, Maiche, Langdon Davies, etc.
eul système actuellement entré dans la
e est celui de M. Van Rysselberghe (1882),
nsiste à graduer les courants télégraphi-
au lieu de commencer et de cesser brus-
nt, ces courants augmentent alors lente-
t décroissent ensuite de la même manière.
ela, l'inventeur place dans le circuit té-
hique des électro-aimants ou des conden-
, ou mieux les deux sortes d'appareils à
Ces instruments dérivent une partie de
icité au moment où le courant s'établit,
ndent ensuite lorsqu'il cesse, ce qui en-
ute brusquerie à l'émission et à l'extinc-
ien que cette graduation n'ait qu'une
inappréciable. Dans ces conditions, la
ane fléchit encore, mais elle ne vibre
t par suite ne donne plus de son au pas-
u courant télégraphique.

De plus le système Van Rysselberghe permet d'utiliser les fils mêmes du télégraphe pour la téléphonie. Il suffit de compléter l'appareil anti-inducteur par un dispositif qui assure l'indépendance des deux services, ou qui établisse entre la ligne télégraphique et l'embranchement téléphonique une séparation suffisante pour arrêter les courants du télegraphe, mais qui laisse passer les courants ondulatoires et plus intenses de la téléphonie.

La figure 1010 montre le dispositif anti-inducteur. M et R représentent le manipulateur et le récepteur d'un appareil télégraphique quelconque. Deux électro-aimants graduateurs E_1 et E_2 sont placés, le premier entre la pile P et le manipulateur, le second entre cet appareil et la ligne L. Un condensateur C est placé en dérivation sur la ligne entre les deux électro-aimants. Un autre condensateur C', de faible capacité, est intercalé entre la ligne et le poste téléphonique T.

Mais on sait que la téléphonie exige, pour éviter tout effet d'induction, un circuit complé-

tement métallique, avec fil de retour. M. Van Rysselberghe a complété son système par un dispositif qui permet d'accoupler deux fils télégraphiques pour constituer le circuit télépho-

nique. L_1 et L_2 sont les deux fils télégraphi
(fig. 1011), L_3 un fil allant au bureau télép
que, C_1 et C_2 deux condensateurs de
capacité. Les deux bobines différentielles

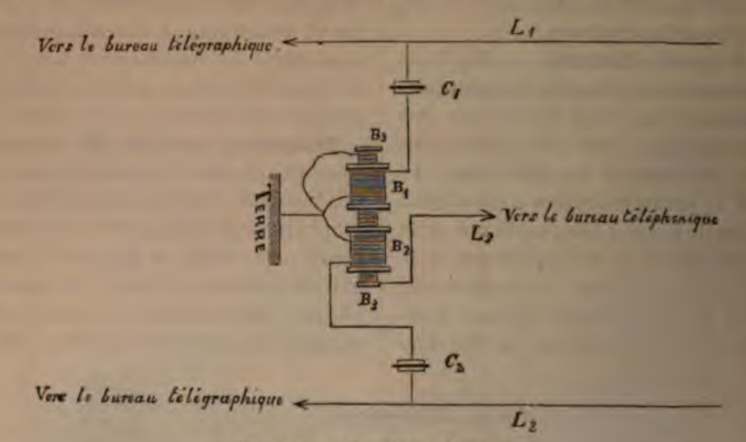


Fig. 1011. — Translateur phonique.

B_2 induisent une troisième bobine B_3; ces bobines communiquent respectivement avec les fils L_1, L_2, L_3, et avec la terre par l'autre extrémité. Il est évident que les appareils télégra-

phiques qui desservent les lignes L_1 L_2 d
être munis du dispositif anti-inducteur.

Dans ce système, on ne peut employer
sonneries trembleuses, ni les sonneries n

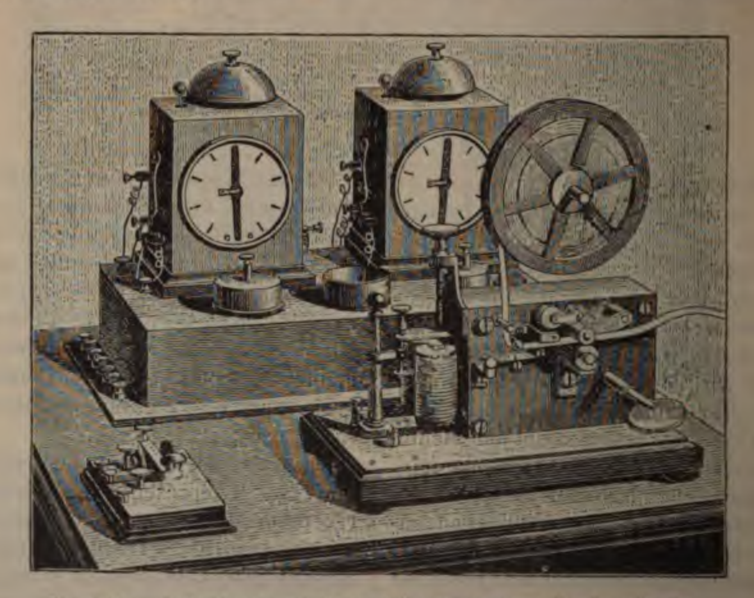
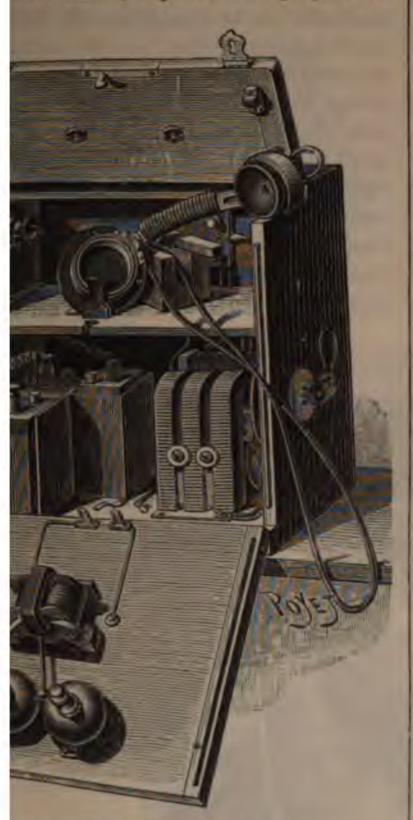


Fig. 1012. — Poste Morse muni des appareils anti-inducteurs Van Rysselberghe.

tiques. MM. Sieur et Van Rysselberghe ont combiné un système d'appel qui utilise les appareils téléphoniques eux-mêmes. La figure 1012 montre un poste télégraphique Morse, muni des appareils complets du système Van Rysselberghe.

Ce système, essayé d'abord entre Brux
Anvers, fut ensuite adopté dans toute la
que : il a permis d'approprier à la télé
relativement à peu de frais, la plupart
du réseau télégraphique de l'État. Il a
pliqué également à la ligne Paris-Brux

887. Enfin, depuis cette époque, il a



1013. — Poste militaire Berthon-Ader.

sur quelques lignes dans la plupart
s de l'Europe.

Téléphonie militaire. — Les postes microtéléphoniques présentent de nombreuses applications pour le service militaire. Ils peuvent rendre des services sérieux dans les camps, les stations de commandement, les avant-postes, le service des fortifications, les polygones, les champs de tir de l'artillerie, la défense des forteresses.

Les premières expériences furent faites à Metz en 1879, sous la direction d'un officier du génie. En 1880, le téléphone fut appliqué en Amérique aux expériences d'artillerie, afin de mesurer le temps employé par les projectiles des petites armes pour atteindre le but. Il fut ensuite expérimenté au camp de Wimbledon, près de Londres, en 1882, et fournit un service extrêmement actif pendant les cinq jours que durèrent les manœuvres. Enfin le téléphone fut essayé en France (avril 1882) par le colonel Leperche, du 89e de ligne, entre le pont d'Asnières, près de Paris, et l'Arc-de-Triomphe de l'Étoile; une ligne mobile fut posée rapidement par les soldats, et la communication s'établit parfaitement. Depuis cette époque, un certain nombre de postes téléphoniques ont été combinés en vue de ces applications spéciales. Nous avons déjà décrit plus haut le microphone Drawbaugh.

Poste Berthon-Ader. — L'Administration des téléphones construit un poste très portatif (fig. 1013), qui est enfermé dans une boîte en chêne de 0,242 m. sur 0,275 m., avec poignée et verrou en cuivre, et comprend : un appareil microtéléphonique Berthon-Ader, une sonnerie

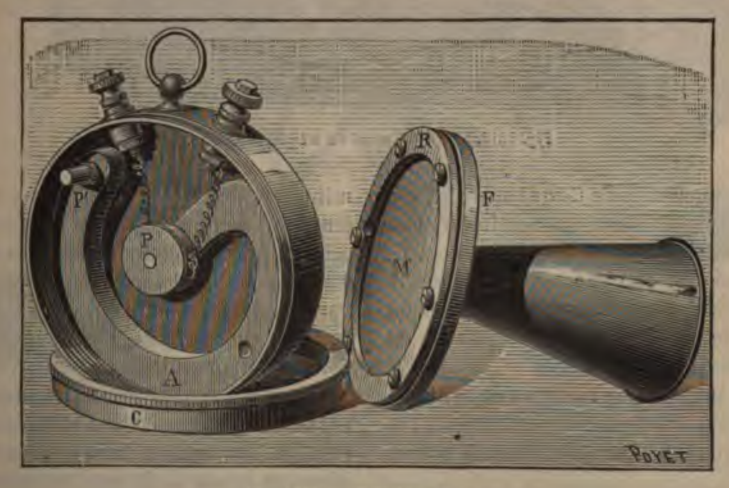


Fig. 1014. — Téléphone Colson.

gnéto-électrique (transmetteur et ré-
e bobine d'induction, un commuta-

teur pour la pile du microphone, trois éléments étanches, à l'agar-agar, renfermés dans des

vases d'ébonite, enfin des bornes pour le raccord des fils de ligne.

L'appareil peut donc être raccordé instantanément avec toute ligne, fixe ou volante. La pile étant complètement étanche, la boîte peut être renversée sans inconvénient ; elle peut être portée à la main ou sur le dos, dans un sac muni de bretelles.

Téléphone Colson. — Le téléphone du capitaine Colson a été expérimenté en 1885 et adopté en 1886 dans l'armée française. Le transmetteur (fig. 1014) se compose d'un aimant en spirale A, dont l'un des pôles P, entouré par la bobine, au centre de la membrane M; l'autre pôle placé à la périphérie, traverse cette membr et se relie à un anneau de fer doux F, qu forme en quelque sorte l'épanouissement. cette disposition, la membrane M est enti ment placée dans le champ magnétique, et lignes de force la traversent dans le sens rayons; l'action est donc très énergique l'appareil possède une puissance et une net remarquables. Ce téléphone est enfermé une cuvette en cuivre nickelé, et le tout



Fig. 1015. — Soldat muni du téléphone Colson.

maintenu par un couvercle C, qui se visse sur la cuvette. Ce transmetteur a 9 centimètres de diamètre ; il porte un cornet amplificateur.

Le réglage se fait par une vis fixée dans le fond de la cuvette et qui permet d'écarter ou de rapprocher le pôle P de la membrane M ; ce réglage subsiste indéfiniment.

Le récepteur présente les mêmes dispositions, mais il n'a que 6 centimètres de diamètre ; le réglage est fait une fois pour toutes par le constructeur.

Le transmetteur est employé par l'artillerie pour l'organisation des observatoires de tir. Le récepteur fait partie du matériel de télégraphie militaire. Pour les applications militaires emploie deux récepteurs maintenus sur oreilles par une courroie jugulaire (fig. 101 un transmetteur placé dans un étui et suspe par une bretelle sur la poitrine, à portée d bouche. On a figuré l'étui ouvert pour m trer le transmetteur.

Le compartiment vide situé au-dessous re pendant le transport, les récepteurs, les c roies et les cordons souples. Cette dispos laisse au soldat la liberté de ses mouvem et permet d'appeler sans le secours d'appa spéciaux.

Microtéléphone Mix et Genest. — Cet app

inventé par deux constructeurs de Berlin, est très portatif; il a été adopté en 1888 par l'administration allemande des postes et télégraphes et ensuite par l'administration militaire. Le microphone (fig. 1016) se compose d'une membrane *m* en sapin, protégée contre l'humidité par une couche de vernis, et serrée fortement contre la pièce F dans la boîte D. Un rouleau de charbon K est pressé contre cette membrane par la pièce *f*. Les deux couches de charbon *bb* servent à établir les communications.

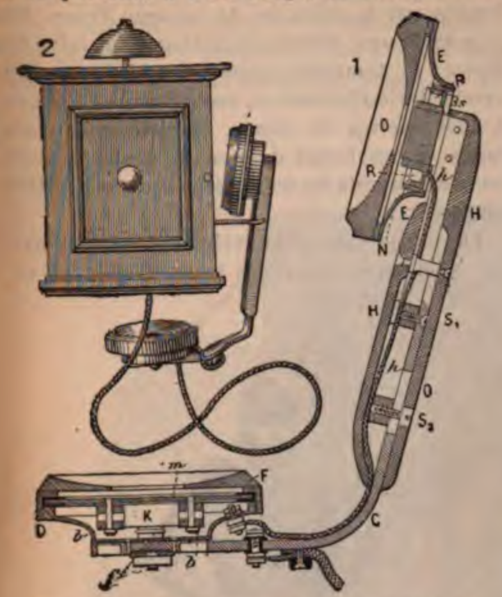


Fig. 1016. — Microtéléphone Mix et Genest, de Berlin. 1, coupe; 2, vue d'ensemble.

Le téléphone est réuni au microphone par un coude de laiton C, entouré, ainsi que l'aimant en fer à cheval *hh*, par une enveloppe en bois d'ébène. Une boîte en cuivre conique E, qui contient la bobine, porte la pièce N en fer laminé et la pièce O ; elle est à charnière à l'intérieur et se visse sur la plaque R. Cette charnière permet de régler l'appareil en rapprochant plus ou moins la pièce N de la partie aimantée, au moyen d'un petit levier en forme de S. Le coude C permet de faire varier la distance du téléphone au microphone, de façon que l'instrument puisse s'adapter à la forme de chaque tête. La figure montre en outre l'ensemble d'un appareil appliqué sur un mur pour un service public ou privé. La boîte contient seulement la bobine d'induction, le timbre et l'appareil automatique.

La figure 1017 montre un poste téléphonique Mix et Genest disposé spécialement pour les usages militaires : il est renfermé dans une boîte légère qu'un soldat peut porter facilement suspendue par une courroie. Le téléphone et le microphone, réunis par un coude en cuivre, peuvent être tenus d'une seule main. On voit sur la figure 1018 l'emploi de cet appareil en campagne.



Fig. 1017. — Poste téléphonique militaire de l'armée allemande (Mix et Genest, de Berlin).

Téléphonie marine. — Les applications des téléphones à la marine sont extrêmement nombreuses. Il y a souvent avantage à substituer ces appareils aux porte-voix, que le bruit des machines rend à peu près inutiles. La marine anglaise emploie des téléphones à charbon

granulé qui supportent sans se déranger les chocs et les vibrations.

L'Administration française des téléphones construit des postes Berthon-Ader destinés au même usage (fig. 1019), et qui ont été appliqués sur les grands paquebots de la Compagnie transatlantique, sur quelques torpilleurs, sur un grand nombre de cuirassés, notamment la *Dévastation*, le *Formidable*, l'*Amiral-Duperré*, le *Redoutable*, et sur le cuirassé espagnol le *Pelayo*.

D'intéressantes expériences sur les communications avec les navires à l'ancre furent faites en 1881 sur les côtes sud-ouest de la France par le capitaine de vaisseau Trève. En juin 1882, une expérience analogue fut faite au Havre : la communication fut établie entre le cercle Marie-Christine et un bâtiment à l'ancre à 1500 mètres du rivage. Malgré le mauvais temps et les coups de mer qui soulevaient le navire, la parole fut transmise avec une parfaite netteté.

La même année, le téléphone fut employé en Angleterre, dans des travaux effectués au



Fig. 1018. — Soldat allemand muni du poste microtéléphonique Mix et Genest, de Berlin.

fond de la rivière Wear, pour communiquer avec les ouvriers qui travaillaient dans les cloches à plongeur.

Depuis 1886, les paquebots de la ligne de Port-Adélaïde (Australie du Sud), qui viennent à l'ancre au port de Largs-Bay, sont mis en communication avec les bureaux des Messageries Maritimes par une bouée téléphonique. Cette bouée, ancrée sur un fond de 10 mètres au moyen de deux chaînes, porte deux câbles attachés par des cordes, pour les empêcher de frotter sur le corps de la bouée. Ces câbles, qui ont chacun 2 kilomètres, aboutissent à la jetée et se prolongent jusqu'aux bureaux par des fils aériens. Chaque câble se termine par un isolateur en ébonite, portant une pointe de cuivre conique reliée avec l'âme conductrice. A bord du navire est un rouleau de fil Siemens n° 1 isolé et entouré de ruban. L'une des extrémités de chaque fil porte un anneau en bronze s'adaptant exactement sur la pointe de cuivre. Un canot envoyé par le navire établit et supprime facilement cette communication.

Le téléphone convient parfaitement pour recueillir les bruits transmis par une masse liquide. Un microphone, placé dans une caisse métallique étanche sur le fond de la mer ou suspendu entre deux eaux, fait entendre le bruit

ar la marche d'un bâtiment à vapeur à 200 mètres. De là la possibilité d'éviter rdages en temps de brume. De même, liens des phares ou des bateaux feux près d'écueils dangereux pourraient entendre la marche des navires qui s'en approchent et les prévenir par un signal d'alarme. Pour connaître la direction d'où vient le bruit perçu, on enferme le microphone dans une boîte de plomb à parois épaisses, percée d'une

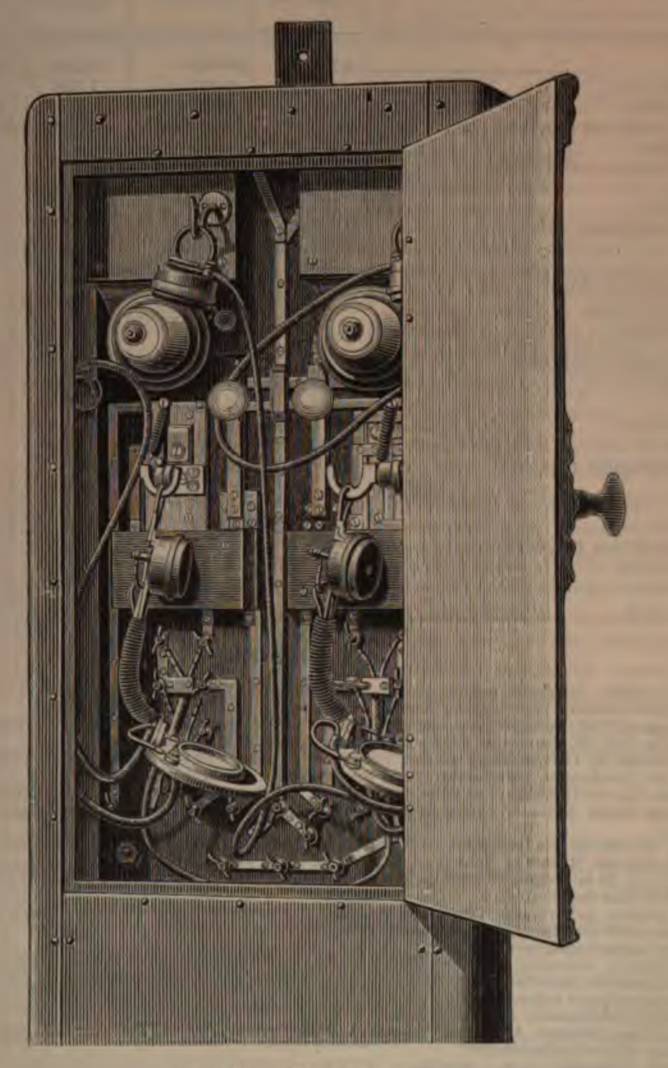


Fig. 1019. — Poste de navire.

, et l'on tourne cette boîte dans tous les a direction du bruit est celle qui cor- l au maximum d'intensité.

ès *The Electrical World*, M. Edison aurait un appareil pour communiquer en mer s conducteurs. Les signaux sont pro- ar un sifflet à vapeur. Un cornet acous- lacé au-dessous de la ligne de flottai- cueille le son, et actionne une sonnerie électrique placée dans la chambre du capitaine.

Statistique des communications téléphoniques. — Nous empruntons au *Journal télégraphique* publié par le bureau international de Berne les renseignements qui suivent : ils ont été complétés pour la France par la Direction générale des postes et télégraphes.

Statistique des communications téléphoniques en 1888.

ÉTATS.	LONGUEUR DES LIGNES en kilomètres.	LONGUEUR DES FILS en kilomètres.	NOMBRE de TÉLÉPHONES.	POPULATION TOTALE des localités desservies.	SUPERFICIE TOTALE des localités desservies.
Allemagne	9 703 [1]	68 610	47 238	9 984 125	4 194,[illegible]
Australie du Sud	117,530	2 691,920	1 150		
Autriche (Etat)	797,920	2 085,630 [2]	185 [3]	1 130 407	242,[illegible]
— (Compagnies privées)	1 558,500	14 743,300 [4]	4 850	2 124 600	4 114
Belgique (Etat)	24	105			
— (Compagnies privées)	1 415 [5]	9 621 [6]	5 214		
Danemark	171,210 [7]	3 921,830	1 906		
Espagne (Etat)	185 [8]	185 [9]	144		
— (Compagnies privées)	5 638 [10]	11 276 [11]	9 362 [12]		
France	7 072,478	18 723,034	9 883		
Hongrie	191,261 [13]	3 061,117 [14]	1 635	796 891	263,[illegible]
Indes-Britanniques (Etat)	416 [15]	1 477 [16]	298		
Indes-Néerlandaises	60	1 974,500	848		
Indo-Chine (Etat)	11,860	30,320 [17]	28 [18]		
— (Compagnies privées)	33,001 [19]	92,240	56	70 721	6,[illegible]
Italie (Compagnies privées)	2 695,182	15 986,827 [20]	11 056	2 649 092	
Luxembourg	389	1 268 [21]	741	82 178	921,[illegible]
Norwège	1 240,750	4 671,200 [22]	4 608 [23]	453 730	5,[illegible]
Nouvelle-Zélande			2 249	139 387	
Russie (Etat)	206,510	1 322,046 [25]	592 [26]	530 000	125
— (Compagnies privées)	1 614,456	13 136,801 [27]	4 970 [28]		
Sénégal	6,689	6,689	15 [29]	31 000	15,[illegible]
Siam	45,700	216	54	400 000	54
Suède (Etat)	[30]	7 219	3 389	255 085	
— (Compagnies privées)		13 834	7 914	391 488	
— (Habitants)		15 252	6 059	293 932	
Suisse	3 437,200	11 811,700 [31]	12 291		

OBSERVATIONS

Pour la France : nombre de réseaux urbains et de réseaux annexes, 38. — Nombre d'abonnés 11 439. — Nombre de communi-cations d'abonnés à abonnés 20,162,581. — Nombre de communications interurbaines 152 538.

1. Non compris 1 217 fils spéciaux posés en vertu de conditions particulières ; ils ont une longueur totale de 1 554 kil., u développement de 4 558 kil. desservant 2 460 postes d'abonnés avec 2 557 téléphones.
2. Lignes à double fil, 1 904,42 kil., à savoir : Vienne, 1 018 ; Brünn, 22,84 ; Baden, 136,20 ; Vöslau, 78 ; Wr Neustadt, 18 Neunkirchen, 188 ; Reicheneau, 188 ; Liesing, 62 et Aussig-Teplitz, 23,88.
3. Microphones universels Berliner ; en outre à Vienne 132 et à Brünn 22 appareils anti-inducteurs, système Rysselberghe.
4. Les lignes du réseau de Vienne consistent pour la plupart en doubles fils. Pour les autres réseaux, il y a un fil pour chaq communication.
5. Ce chiffre ne concerne que les réseaux de Namur, Louvain, Malines, Mons, Courtrai et Roulers.
6. A Namur, Louvain, Malines et Mons il est fait usage d'un fil par raccordement et de deux à Courtrai-Roulers ; en ce qu concerne les réseaux de la compagnie belge du Téléphone Bell, les renseignements à ce sujet font défaut.
7. Réseau de la ville de Copenhague.
8. Réseaux spéciaux de Barcelone, Bilbao, Cordoue, Madrid, Saint-Sébastien et Palencia affectés au service de l'État et des servis par le personnel des télégraphes, indépendamment des réseaux publics.
9. Un fil pour chaque communication.
10. Réseau d'Alcoy, d'Alicante, Barcelone, Bilbao, Cadix, Carthagène, Cordoue, Corogne, Félanix, Gijon, Madrid, Malaga Murcie, Oviedo, Sabadell, Saint-Sébastien, Saragosse, Segovie, Seville, Valence et Valladolid.
11. Deux fils pour chaque communication.
12. Téléphones et microphones du système Ader.
13. Réseaux d'Arad, Budapest, Debreczen, Nagyvárad, Pécs, Pozsony, Szeged, Temesvár et Zágráb.
14. Un fil pour chaque communication.
15. Ces réseaux se répartissent en 34 localités.
16. Dont 3,760 kil. de câbles.
17. Deux fils pour chaque communication.
18. A savoir : 20 téléphones système Ader et 8 système Bréguet.
19. Ces renseignements concernent le réseau de la Compagnie des Téléphones de Saïgon à Cholen, la ligne de tramways à vapeur de Saïgon à Cholen et 4 lignes d'intérêt privé.
20. Un seul fil pour chaque communication dans tous les réseaux.
21. Un fil pour chaque communication.
22. Un fil pour chaque communication.
23. Divers systèmes : Bell-Blake, « Ericsson Bureau » à Christiana, Ader, Paterson et Bielu.
24. Chiffres approximatifs.
25. Un fil pour chaque communication.
26. Systèmes Belle Blake, Ericsson.
27. Un fil pour chaque communication à l'exception de Libau, où il est fait usage de deux fils pour les abonnés de la ville.
28. Systèmes Bell-Blake, Ericsson et Stolporsay-Kapter.
29. Système Ader.
30. Aucune statistique n'a été établie. Il n'y a pas en Suède de lignes téléphoniques souterraines.
31. Un fil pour chaque communication.

LÉPHONOGRAPHE. — Appareil imaginé
I. Lagriffe, et composé d'un phonographe
'un téléphone récepteur; on détermine
ce dernier des vibrations assez intenses
produire le gaufrage de la feuille d'étain
onographe, qui reproduit les sons perçus
téléphone.

LÉPHOTE. — Appareil transmettant à dis-
une image lumineuse.

erses tentatives ont été faites pour obtenir
ion à distance par l'électricité. M. Sawyer
se d'employer comme transmetteur une
e plate de fil fin de sélénium, placée dans
etite chambre noire. Un tube étroit, tour-
rapidement en spirale devant le sélénium,
périphérie au centre, projette successive-
les différentes parties de l'image lumi-
sur les divers points de cette substance.
esse doit être telle que toutes les impres-
lumineuses persistent sur la rétine pen-
la course entière du tube projecteur de la
hérie au centre, de sorte que toute l'image
isible à la fois. Les variations lumineuses
isent dans le sélénium des changements
sistance. D'autre part, le récepteur est
tué par une bobine d'induction, dont le
maire est relié avec la pile et avec le sélé-
le fil secondaire avec deux pointes fines
tine, fixées très près l'une de l'autre, sur
dex noirci tournant dans l'intérieur d'une
chambre noire. Si les deux appareils sont
tement synchrones, si les variations de
ance du sélénium sont assez grandes et
mment instantanées, les étincelles d'in-
n pourront suivre les changements d'in-
é de l'image, et la reproduire par leur
position sur la rétine.

Lazare Weiller a indiqué, en 1889, un autre
dé. Devant l'objet lumineux se meut un
r tournant disposé d'une façon spéciale :
un plateau circulaire horizontal, tournant
ne vitesse de 30 tours à la minute autour
axe vertical passant par son centre, et
la périphérie est couverte par 360 miroirs
, faisant avec la surface horizontale des
s voisins de 90°, mais variant un peu de
l'autre. Cet appareil projette successive-
et dans un temps très court, des rayons
eux provenant de tout les points de l'objet,
e cellule de sélénium intercalée dans le
nt de ligne qui aboutit, à l'autre poste, à
éphone à gaz. Cet appareil consiste en un
one de Bell, dont le diaphragme est percé
etit trou central. L'espace compris entre
phragme et le pôle de l'aimant reçoit un courant de gaz d'éclairage, qu'on allume au-dessus de l'orifice central. Les variations de résistance du sélénium font vibrer le téléphone, dont les mouvements se communiquent à la flamme. Un appareil tournant à miroirs, identique au premier, est éclairé par cette flamme, dont il projette la lumière sur un écran. On conçoit que, si les deux appareils tournants sont parfaitement synchrones, les vibrations de la flamme sont en quelque sorte analysées, et l'on pourra obtenir sur un écran la reproduction de l'objet lumineux.

TÉLÉPHOTOGRAPHIE. — On donne ce nom à l'art de reproduire à distance une image lumineuse par l'électricité. On a proposé divers systèmes analogues aux télégraphes autographiques.

M. Shedford Bidwell a imaginé, en 1881, un appareil qui diffère de ces télégraphes seulement par la manière de produire les interruptions au poste transmetteur. Le style de ce poste se meut sur une plaque de sélénium, sur laquelle on projette une image de l'objet lumineux. Suivant que la pointe passe sur des parties éclairées ou obscures, il se produit des variations d'intensité, qui donnent au récepteur des différences de teinte et reproduisent l'objet.

TÉLÉRADIOPHONIE. — Méthode télégraphique imaginée par M. Mercadier, et dans laquelle on fait usage de signes radiophoniques. On peut transmettre plusieurs signaux à la fois et dans un sens quelconque, d'où l'appareil est dit *multiple auto-réversible*.

TELLURIQUE (Courant). — Voy. Courant.

TELPHÉRAGE. — Du mot anglais *telpher*. Mode de transport de wagonnets par l'électricité, qui a été imaginé par M. Fleeming Jenkin, et qui n'exige aucune surveillance des trains. Ce système, étudié par l'auteur, avec la collaboration de MM. Ayrton et Perry, a été appliqué industriellement à Glynde (Sussex).

La ligne est aérienne, pour des raisons qu'il est facile de comprendre; elle comporte deux câbles, qui supportent chacun les trains allant dans un sens. Ces câbles servent, en outre, à amener le courant jusqu'au moteur. Une ingénieuse disposition évite l'emploi d'un fil de retour. Pour cela, chaque ligne est composée de sections égales, isolées les unes des autres; mais chaque section d'une voie communique avec la section précédente et avec la section suivante de l'autre voie (fig. 1020). L'ensemble forme donc deux conducteurs continus, ABCDEF et A'B'C'D'E'F', reliés aux deux pôles de la dynamo M, et qui, en l'absence des trains, ne

reçoivent aucun courant, le circuit étant ouvert. Deux sections consécutives d'une même voie, par exemple CD et E'F', sont jointes par une petite portion de câble isolée.

Les wagonnets ont leurs roues isolées. Les trains ont une longueur égale à celle d'une des sections de la voie, de sorte que les deux roues extrêmes se trouvent toujours sur deux sections

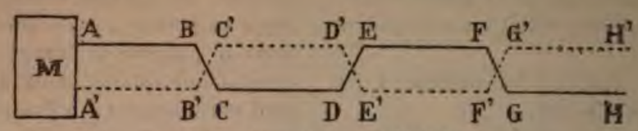


Fig. 1020. — Ligne double pour le telphérage.

consécutives, sauf pendant le temps très court où elles passent d'une section à la suivante, et reposent sur les petites parties isolées. Ces roues sont reliées au moteur, qui est placé au milieu du train. Quand elles sont sur deux sections contiguës, elles ferment le circuit, et le moteur fonctionne. Lorsqu'elles passent sur deux sections isolées, le train continue sa marche, en vertu de la vitesse acquise, et atteint bientôt les sections voisines : le courant se rétablit alors, mais il a changé de sens, ce qui n'influe pas sur le sens de rotation du moteur, le courant se renversant à la fois dans l'inducteur et dans l'induit.

Pour que plusieurs trains puissent circuler à la fois, on établit une différence de potentiel constante aux bornes de la dynamo. Pour éviter que deux trains puissent se rejoindre, chaque



Fig. 1021. — Telphérage.

moteur est pourvu d'un régulateur à force centrifuge, qui rompt le circuit dès que la vitesse dépasse une certaine limite. La figure 1021 montre l'aspect du train et de la double ligne.

M. Lartigue a imaginé un système de transport analogue, décrit à l'article MONORAIL.

Ces systèmes présentent de nombreux avantages, et sont probablement destinés à se répandre dans l'industrie ; économie dans la construction de la ligne et par la suppression de la surveillance des trains ; facilité d'adapter à cet usage, avec une petite dépense, les lignes destinées à l'éclairage ; utilisation, dans le jour, des dynamos servant le soir à produire la lumière ; application au chargement et au déchargement des bateaux, etc.

TÉMOIN (AIMANT). — Petit aimant correcteur placé dans les galvanomètres des télégraphes pour maintenir l'aiguille dans le plan du cadre lorsqu'il ne passe aucun courant.

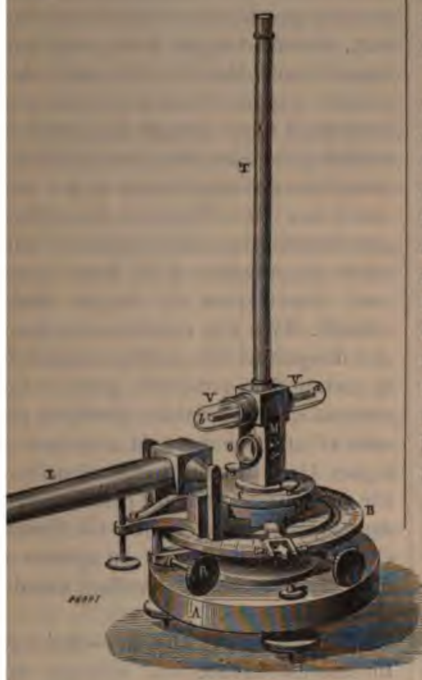
TEMPÊTE MAGNÉTIQUE. — Syn. d'ORAGE MAGNÉTIQUE.

TENSION ÉLECTRIQUE. — Volta désignait par ce mot ce que nous appelons aujourd'hui *potentiel*. Différence de tension est donc synonyme de différence de potentiel. Le mot tension ayant été pris dans plusieurs sens différents, il est préférable de l'abandonner.

Montage en tension. — Voy. MONTAGE, COUPLAGE.

TERRESTRE (COURANT). — Voy. MAGNÉTISME TERRESTRE.

LITE MAGNÉTIQUE. — Appareil
r M. Lamont, et servant à mesurer
la déclinaison et l'inclinaison. Un
protégé par un tube de verre V, est
ar un fil de cocon et porte un mi-
pendiculaire à son axe (fig. 1022). A



1022. — Théodolite magnétique de Lamont.

lunette L, on observe la position de
r la méthode du miroir (voy. ce mot);
le divisée est supprimée. La lunette
de l'oculaire une petite ouverture et,
, une plaque de verre inclinée à 45°,
la lumière du ciel sur le réticule.
e est réglée pour l'infini, les rayons
réticule sont parallèles à la sortie
ment, et reviennent, après s'être
r le miroir M, faire une image dans
me du réticule. Lorsque cette image
ec le réticule lui-même, l'axe optique
te est perpendiculaire au miroir et
rallèle à l'axe de l'aimant *ab*. On lit
sition de la lunette sur le cercle
u moyen de deux verniers, fixés au
porte cette lunette. On connaît ainsi
magnétique.
e ensuite la partie supérieure de
t l'on tourne la lunette de manière
mise fixe ou une étoile, dont on
naître la distance angulaire au méri-dien géographique. On peut ainsi calculer la déclinaison.

Deux vis servent à régler la lunette.

Le disque C, solidaire du tube T, tourne autour de l'axe vertical pour le réglage; pour faire les lectures, on le fixe au disque qu'il surmonte par une vis de pression. Les vis calantes servent à rendre, avant toute autre opération, l'axe de rotation parfaitement vertical.

Pour mesurer l'inclinaison, on fixe sur l'appareil un anneau de cuivre portant deux barreaux de fer doux verticaux, placés à 180° l'un de l'autre, sur le diamètre perpendiculaire au méridien magnétique. Ces deux barreaux sont disposés de façon que leurs actions sur l'aimant *ab* s'ajoutent et tendent à le faire dévier avec le même sens. On mesure la déviation α avec la lunette L, et l'on en déduit l'inclinaison. En effet, l'aimantation du barreau est proportionnelle à la composante verticale Z du champ terrestre, de même que l'action de ces barreaux, qui est dirigée perpendiculairement à l'aimant. Si H est la composante horizontale du champ, on a

$$H \sin \alpha = k Z$$

D'ailleurs on a (Voy. CHAMP TERRESTRE)

$$Z = H \operatorname{tg} i$$

D'où

$$\operatorname{tg} i = \frac{1}{k} \sin \alpha$$

On détermine la constante k une fois pour toutes.

THÉORIE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE DE LA LUMIÈRE. — Voy. LUMIÈRE.

THÉRAPEUTIQUE. — Bien qu'on ait songé depuis longtemps à employer l'électricité à la guérison des malades, cependant les applications thérapeutiques sérieuses ne datent que d'un petit nombre d'années. On trouvera les renseignements relatifs à ces applications aux mots ÉLECTROTHÉRAPIE, BAIN, GALVANO-CAUSTIQUE, ÉLECTRICITÉ MÉDICALE, etc.

THERMO-ÉLECTRICITÉ. — Transformation de l'énergie calorifique en électricité. Seebeck a montré en 1821 que si, dans un circuit formé de deux ou plusieurs métaux, on chauffe l'une des soudures, il se produit aussitôt une force électromotrice. On montre ce phénomène avec deux barreaux, l'un de bismuth B, l'autre C d'antimoine ou de cuivre (fig. 1023), soudés ensemble aux deux extrémités. En chauffant l'une des soudures avec une lampe ou même avec la main, on obtient un courant suffisamment énergique pour dévier une aiguille

aimantée placée entre les deux barreaux, et qui va de B en C à travers la soudure chaude. Le

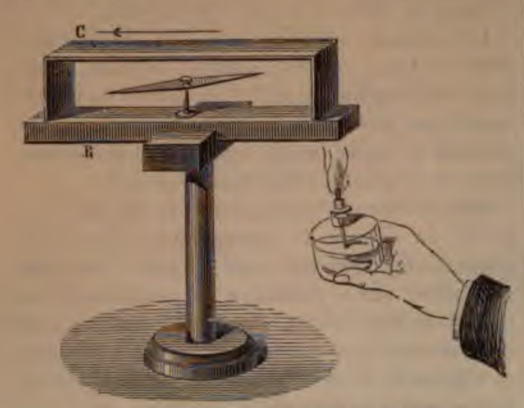


Fig. 1023. — Production d'électricité par la chaleur.

bismuth est donc le pôle négatif, l'antimoine ou le cuivre le pôle positif. On trouvera plus haut (Voy. Série thermo-électrique) la liste des métaux rangés dans un ordre tel que chacun d'eux représente un pôle négatif par rapport à ceux qui le suivent, un pôle positif par rapport à ceux qui précèdent. Ainsi le cuivre, qui est le pôle positif dans l'élément précédent, devient le pôle négatif dans le couple cuivre-fer. C'est là le principe des piles thermo-électriques.

Inversion du courant. — Pour certains métaux, la force électromotrice augmente d'une façon continue avec la température de la soudure chaude. Mais, le plus souvent, cette force passe par un maximum, décroît ensuite et finit par s'annuler et changer de sens. L'inversion se produit d'ailleurs à une température variable, et qui dépasse autant le maximum que celui-ci dépasse la température de la soudure froide.

Loi des températures successives. — Si l'on porte les soudures d'un couple à des températures t_0 et t_1, puis à t_1 et t_2, la somme des forces électromotrices développées dans ces deux cas est égale à la force obtenue entre les températures t_0 et t_2. Cette loi peut s'écrire

$$E_{t_0}^{t_2} = E_{t_0}^{t_1} + E_{t_1}^{t_2}$$

Loi des métaux intermédiaires. — Si, dans un circuit, deux métaux AB sont séparés par un ou plusieurs métaux intermédiaires maintenus à t°, la force électromotrice est la même que si les deux métaux étaient unis directement et la soudure chauffée à t°.

Il résulte de là que deux métaux peuvent être réunis à volonté directement ou par une soudure quelconque. De même, si l'on dans un circuit un galvanomètre ou t appareil, on n'introduira aucune force motrice nouvelle, pourvu qu'il n'y ait a de contact aucune différence de tempé

Théorie des phénomènes thermo-électr L'existence des courants thermo-él montre que les forces électromotrice tact, découvertes par Volta, sont fonct température. Mais le phénomène de l' montre que ces forces n'agissent pas faut aussi tenir compte des différenc tentiel produites dans les conducteur variations de température et qui donn sance aux effets Thomson. Ces différen pas d'action dans un conducteur hom chute de potentiel et la chute de ten sont symétriques de chaque côté chauffé. Mais, si le conducteur présent dre dissymétrie de part et d'autre de la variation de potentiel, pour un mê sement de température, peut, en pas côté à l'autre, changer de grandeur et signe. Ainsi Magnus a montré qu'on p nir un courant avec un conducteur fo seul métal, pourvu qu'il y ait dissym exemple en enroulant en spirale u d'un fil de platine et chauffant une de tés de la spirale.

THERMO-ÉLECTRIQUE. — Qui a ra thermo-électricité.

Chaîne thermo-électrique. — Chaî par un certain nombre de métaux so à bout. La force électromotrice ob donnée par la loi des métaux inter (Voy. Thermo-électricité).

Diagramme thermo-électrique. — tation graphique des phénomènes the triques. Si l'une des soudures est à 0°, on peut prendre pour abscisses l ratures successives de l'autre soudur ordonnées les forces électromotrices dantes. On obtient ainsi une parabole tical, qui coupe de nouveau l'axe des pérature d'inversion. La même cour sente les phénomènes obtenus en soudure froide à une température t de 0°, à condition de prendre pour une parallèle au premier axe menée p de la courbe qui correspond à t°. C'es séquence de la loi des températur sives. On voit que la température du est toujours la moyenne entre la te de la soudure froide et la températu sion. Enfin, si l'on construit la courb

métaux AB, et celle des deux métaux AC, la différence des deux ordonnées donne la force électromotrice du couple BC, d'après la loi des métaux intermédiaires.

Échelle ou série thermo-électrique. — Voy. SÉRIE THERMO-ÉLECTRIQUE.

Force thermo-électrique. — Force électromotrice produite par l'action de la chaleur. Ces forces électromotrices sont très faibles : ainsi celle du couple bismuth-antimoine, qui est une des plus grandes, est égale à 0,0057 volt pour 0° et 100°. Cet inconvénient est compensé en partie par la résistance extrêmement petite de ces éléments, qui sont entièrement métalliques.

M. Tait a trouvé que la force électromotrice est représentée en fonction de la température par la relation

$$E_{t_1}^{t_2} = a\,(t_2 - t_1)\left[t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right]$$

a étant un coefficient qui dépend de la nature des métaux, t_1 la température de la soudure froide, t_2 celle de la soudure chaude, et t_0 la température d'inversion.

Entre certaines limites, on peut admettre que la force thermo-électrique est proportionnelle à $t_2 - t_1$; ainsi pour le couple bismuth-antimoine entre 0° et 100°.

Pile thermo-électrique. — Voy. PILE.

Pince et aiguille thermo-électriques. — Voy. THERMOMÈTRE.

Pouvoir thermo-électrique. — On nomme *pouvoir thermo-électrique* la force électromotrice d'un couple thermo-électrique pour une différence de 1° C. entre les deux soudures. Ce pouvoir varie avec la température moyenne des soudures. Les lois données à l'article THERMO-ÉLECTRICITÉ s'appliquent aux pouvoirs thermo-électriques.

Le tableau suivant, extrait des expériences de Matthiessen, donne le pouvoir thermo-électrique en unités magnétiques C.G.S. d'un certain nombre de couples, le plomb étant toujours l'un des métaux. En divisant tous les nombres par 100, on a les forces en microvolts. Ces résultats sont calculés pour une température moyenne de 20° C.

Table des pouvoirs thermo-électriques rapportés au plomb.

Fer	—	1734	+	4,87 t
Acier	—	1139	+	3,28 t
Alliage platine-iridium (?)	—	839	à toute temp.	
Alliage : platine, 95 ; iridium, 5	—	622	+	0,55 t
Alliage : platine, 90 ; iridium, 10	—	596	+	1,34 t
Alliage : platine, 85 ; iridium, 15	—	709	+	0,63 t
Alliage : platine, 85 ; iridium, 15	—	577	à toute temp.	
Platine malléable	+	61	+	1,10 t
Alliage platine et nickel	—	544	+	1,10 t
Platine écroui	—	260	+	0,75 t
Magnésium	—	224	+	0,95 t
Argent allemand (maillechort)	+	1207	+	5,12 t
Cadmium	—	266	—	4,29 t
Zinc	—	234	—	2,40 t
Argent	—	214	—	1,50 t
Or	—	283	—	1,02 t
Cuivre	—	136	—	0,95 t
Plomb		0		
Étain	+	43	—	0,55 t
Aluminium	+	77	—	0,39 t
Palladium	+	625	—	3,59 t
Nickel jusqu'à 175° C.	+	2204	+	5,12 t
— de 250 à 310° C.	+	8449	—	24,1 t
- au-dessus de 340° C.	+	307	+	5,12 t

THERMO-GALVANOMÈTRE. — M. d'Arsonval a donné ce nom au galvanomètre apériodique Deprez et d'Arsonval modifié pour l'étude de la chaleur rayonnante. Le cadre mobile est composé d'un seul tour de fil formé par moitié de deux métaux différents, cuivre et maillechort, soudés à leurs extrémités ; il est suspendu par un fil de cocon et porte un petit miroir à sa partie inférieure. Les autres parties ne sont pas modifiées.

Dans un autre modèle, le cylindre central de fer doux est supprimé et le fil de cocon porte un petit couple cuivre-palladium, au bas duquel est fixé un petit miroir.

Enfin un autre dispositif se compose de deux aimants en U, opposés par les pôles de même nom ; une lame de fer doux, placée entre ces aimants, renforce le champ magnétique ; enfin le cadre mobile, qui entoure cette lame, est suspendu par deux fils métalliques qui conduisent le courant ; un miroir concave sert à lire les déviations.

THERMOGRAPHE. — Thermomètre enregistreur. — Voy. THERMOMÈTRE et ENREGISTREUR.

THERMO-MAGNÉTISME. — Production du magnétisme par l'action de la chaleur. M. H. Mestre a étudié cette question en 1881 en faisant passer alternativement dans un noyau de fer creux un courant de vapeur et un courant d'air froid. M. Maurice Leblanc a imaginé de faire tourner entre les pôles d'un aimant un disque en toile de fer dont une portion était chauffée par un foyer et l'autre refroidie par l'air. Ces deux systèmes n'ont pas donné de résultats pratiques. M. Edison a construit sur le même principe deux appareils dont on trouvera la description aux mots GÉNÉRATEUR et MOTEUR PYROMAGNÉTIQUES ; il n'a pas indiqué le rendement auquel il est parvenu.

THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE. — Il existe trois sortes de thermomètres électriques. Dans les premiers, la partie principale est une lame bimétallique, ou un tube rempli de liquide, etc., et n'a rien d'électrique. L'électricité sert seulement à transmettre les indications. D'autres sont fondés sur les propriétés des piles thermo-électriques. Enfin il existe des thermomètres fondés sur les variations de résistance.

Le thermomètre (fig. 1024) appartient à la

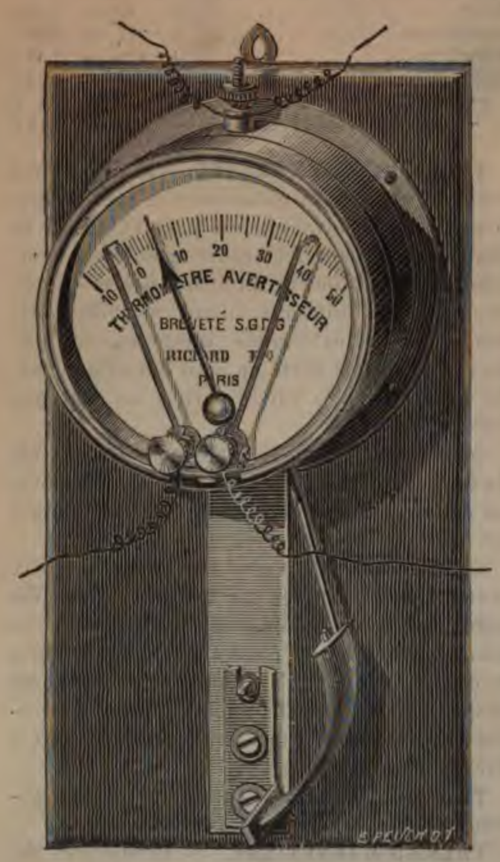


Fig. 1024. — Thermomètre électrique Richard.

première catégorie. Un tube de Bourdon, en laiton mince et recourbé, est rempli d'alcool et porte un prolongement qui actionne une aiguille mobile sur un cadran.

Lorsque la température tend à sortir de certaines limites, l'aiguille vient toucher l'un des deux contacts placés de chaque côté; dans chaque cas, elle ferme un circuit contenant une sonnerie, et l'on est averti que le maximum ou le minimum est atteint.

La canne thermométrique (fig. 1025) sert à indiquer les variations de température dans un
milieu fermé et peu accessible. Le rése
est placé dans ce milieu : c'est un cylindre
lequel se trouve une série de membranes m
liques montées les unes sur les autres. L'e
intermédiaire est rempli de liquide. La der
membrane, qui totalise les mouvement
toutes les autres, est reliée à une tige cen
placée dans un tube, qui établit un conta
met en marche une sonnerie indiquant so
maxima, soit les minima, soit les deux. C
pareil trouve son application dans les silos, e
magasins à fourrage, chauffe-bains, etc.
avons indiqué d'autres dispositions anal
aux articles AVERTISSEUR, ENREGISTREUR, I
TEUR.

La pile thermo-électrique de Melloni c
tue un thermomètre différentiel très sens
l'une des faces étant maintenue à une tem
ture constante, 0° par exemple, le couran
prend naissance augmente avec la tempér
de l'autre face; il lui est même proporti
dans des limites assez étendues. On pourra
mesurer cette température, si le galvano
employé a été gradué préalablement.

Mais la pile de Melloni n'est pas d'une
commode pour la plupart des application
peut employer alors un certain nombre
pareils fondés sur le même principe, mais
forme un peu différente.

La *pince thermo-électrique* de Peltier se
pose de deux éléments thermo-électriqu
parés et disposés en série. Ces élément
montés de façon qu'on puisse saisir ent
l'objet dont on veut mesurer la tempér
par exemple une barre métallique. Les co
qui se produisent aux deux soudures s'aj
et passent dans un galvanomètre.

En médecine, on emploie quelquefois le
momètres électriques, surtout pour a
température des surfaces, ce que ne don
le thermomètre ordinaire. On emploie
deux éléments thermo-électriques, plac
opposition, et reliés avec un galvanomèt
est le thermomètre de M. P. Redard (fig.
Un disque en fer A est soudé avec deux fil
D également en fer, l'autre E en maille
Un étui d'ébonite entoure ces deux fils.
deux appareils identiques : l'un est appliq
la surface étudiée, l'autre est placé dans u
contenant du mercure. Les deux fils de f
réunis par un conducteur également en
fils de maillechort sont reliés par des fils d
lechort ou de cuivre avec un galvanomètr
lement transportable. On peut maintenir l
de mercure à une température fixe et g

réalablement le galvanomètre, comme nous l'avons indiqué plus haut. Mais il est préférable d'élever la température du mercure jusqu'à ce que le galvanomètre reste au zéro. Cette tem-

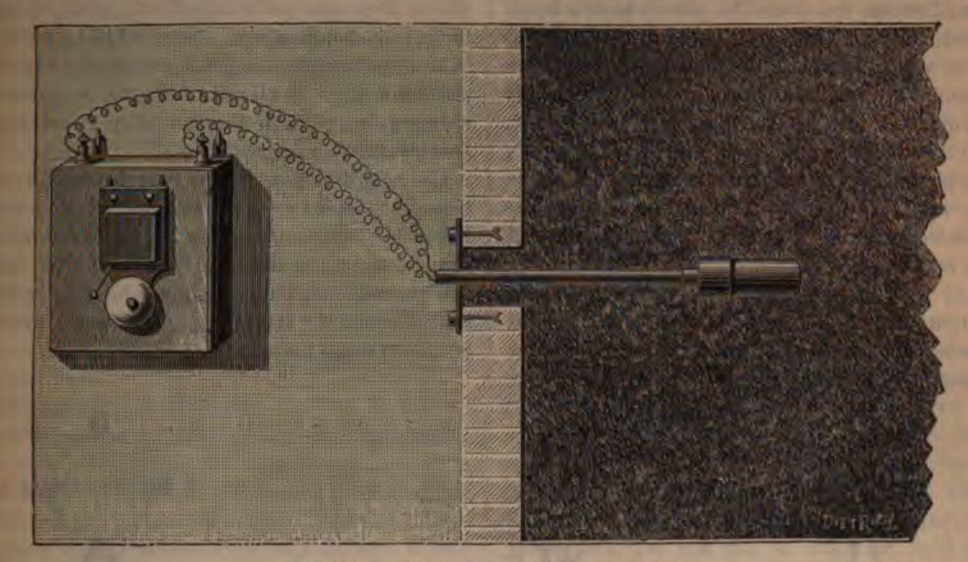


Fig. 1025. — Canne thermométrique exploratrice.

rature, indiquée par le thermomètre T, est lle que l'on cherche. La poire P sert à insuffler de l'air par le tube C dans le manchon qui entoure le mercure, lorsqu'il est né-

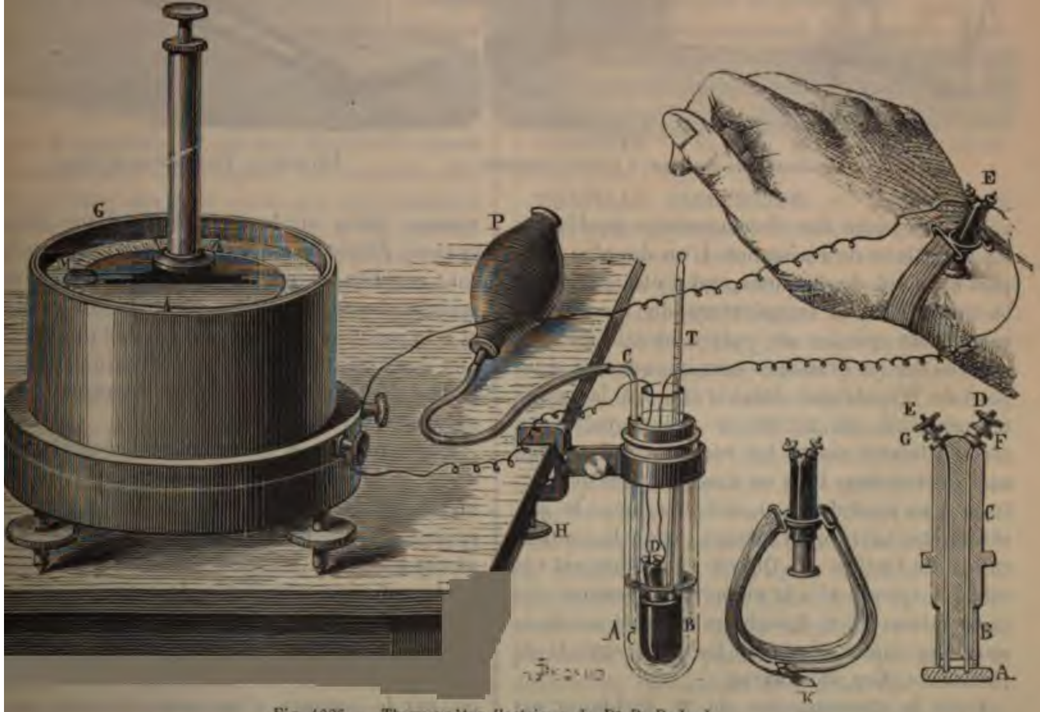


Fig. 1026. — Thermomètre électrique du Dʳ P. Redard.

saire de refroidir le liquide qu'il contient. Les *aiguilles thermo-électriques*, imaginées par Becquerel, sont formées aussi de deux éléments montés en opposition; mais chaque cou-

ple est formé de deux fils métalliques soudés par une extrémité. L'aiguille est à soudure médiane lorsque les deux fils, placés bout à bout, se trouvent de part et d'autre de la soudure. On se sert plus souvent aujourd'hui d'aiguilles à soudure terminale (fig. 1027). Les deux fils de cuivre et de fer *c* et *f*, placés parallèlement, sont soudés sur une partie de leur longueur, puis on use l'extrémité commune S, de manière à la rendre pointue. Ce système permet d'introduire l'aiguille dans un corps présentant une certaine résistance.

Les aiguilles peuvent servir encore à donner la température en des points difficilement accessibles, par exemple au sommet ou sur les branches d'un arbre, à l'intérieur du sol, etc.

La figure 1027 montre une aiguille S, implantée au sommet d'un arbre et montée en opposition avec une autre aiguille C, plongée dans un vase E rempli d'eau, dont le thermomètre T indique la température. G est un galvanomètre intercalé dans le circuit. Lorsque le galvanomètre est au zéro, le thermomètre T indique la température de l'aiguille S.

Ces aiguilles sont surtout employées en physiologie : ainsi l'on a pu s'en servir pour comparer les températures du sang artériel et du sang veineux, celles du sang avant et après son passage dans une glande telle que le foie, la différence de température entre un muscle au repos et un muscle qui travaille, etc.

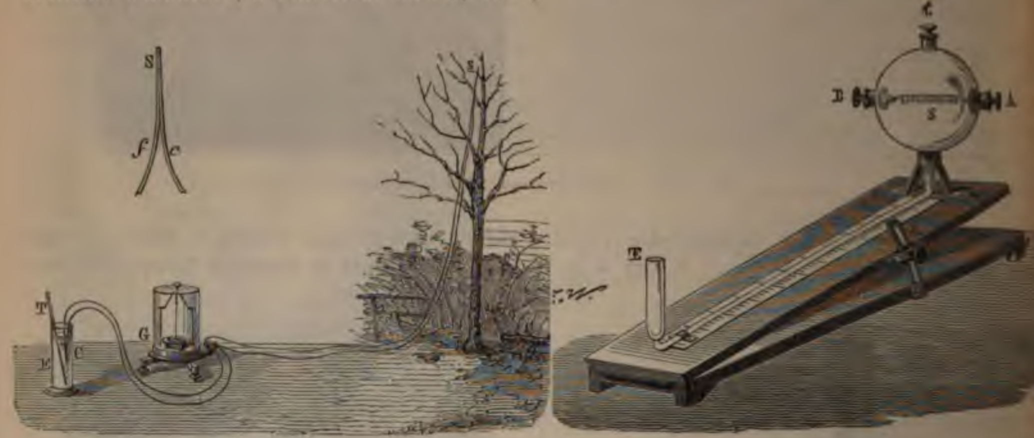


Fig. 1027. — Aiguille thermo-électrique à soudure terminale.

Fig. 1028. — Thermomètre de Riess.

Il existe enfin des thermomètres fondés sur les variations de résistance. L'un des plus simples est celui de Siemens, qui a été appliqué à la mesure de la température du fond de la mer. Deux spirales de cuivre identiques AA', placées sur les branches correspondantes d'un pont de Wheatstone, étant d'abord à la même température, on amène le galvanomètre au zéro en faisant varier les résistances des deux autres branches. Puis on descend l'une des hélices A au fond de l'eau, et l'on ramène le galvanomètre au zéro en faisant varier la température de l'hélice A'. Quand l'équilibre est rétabli, la spirale A' a la même température que la première. M. A. Langley a imaginé un thermomètre fondé aussi sur les changements de résistance (Voy. Bolomètre).

Enfin le thermomètre de M. Eichhorst est fondé sur les variations de résistance de l'étain. C'est un pont de Wheatstone ayant deux de ses branches formées de deux grilles d'étain très minces, fixées sur les deux faces d'une plaque épaisse d'ébonite; les deux autres branches sont constituées par un fil divisé avec curseur mobile. Le galvanomètre est relié au curseur et à la jonction des deux grilles d'étain, la pile aux deux bouts du fil divisé. Lorsque l'une des grilles s'échauffe, sa résistance augmente et le galvanomètre est dévié.

L'appareil ayant été gradué préalablement, on peut mesurer l'échauffement. Ce thermomètre est très sensible : il suffit de placer la main à un mètre de l'une des grilles pour faire dévier l'aiguille. L'auteur l'a appliqué à l'étude de la radiation calorifique de la peau.

Thermomètres de Kinnersley et de Riess. — Kinnersley a construit un petit thermomètre [illegible] air qui montre la chaleur dégagée par l'étincelle ou par le passage d'un courant dans un [illegible] métallique. On fait passer l'étincelle ou [illegible] tend le fil entre deux tiges de métal dans un cylindre de verre, fermé à la partie inférieure

l'eau qui s'élève à la même hauteur dans be latéral. La dilatation de l'air projette par le tube.

s a perfectionné ce petit appareil pour er la chaleur dégagée. Le fil S, relié par avec la pile ou la batterie, est fixé dans oule de verre communiquant avec un apillaire légèrement incliné et qui se ren un tube vertical E beaucoup plus large. be capillaire est rempli de liquide que entation de pression repousse sans le jaillir au dehors. Le déplacement du et de la colonne dans le tube incliné oportionnel à la chaleur dégagée. En int plus ou moins le tube, on fait varier ibilité.

RMO-MICROPHONE. — Sorte de micro- inventé en 1885 par le Dr Ochorowicz. riations d'intensité du courant sont dues hangements de résistance d'une agglo-on de poussières métalliques sous l'in-e des vibrations d'un diaphragme. Il faut s poussières s'échauffent par le courant ue l'appareil acquière sa sensibilité, d'où om. Le thermo-microphone fonctionne obine d'induction.

RMO-MULTIPLICATEUR. — On désigne 'appareil employé par Nobili et Melloni étude de la chaleur rayonnante, et qui se se d'une pile thermo-électrique (fig. 740) galvanomètre (fig. 375) des mêmes au- L'ensemble de ces deux appareils forme rmomètre différentiel très sensible. En i l'une des faces de la pile est soumise à d'une source de chaleur, il se produit rce électromotrice proportionnelle à la nce de température des deux faces, et eil est le siège d'un courant dont le gal-ètre, gradué préalablement, indique l'in-.

pport des intensités obtenues dans les nts cas est égal au rapport des élévations pérature de la face de la pile qui est se à l'expérience.

RMOPHONE. — Voy. THERMO-TÉLÉPHONE.

RMOSCOPE. — On donne ce nom à tout il servant à constater des variations de rature. Le microtasimètre (Voy. SUPPLÉ- 'Édison est un bon thermoscope, car les ons de température produisent dans le n des changements de pression.

RMO-TÉLÉPHONE. — M. Preece donne à une sorte de téléphone formé d'un agme, au centre duquel est fixé un fil de très fin attaché par l'autre bout à l'intérieur du manche de l'appareil. Le courant envoyé par le transmetteur passe dans ce fil et y provoque, par ses variations d'intensité, des changements de température et par suite des dilatations et des contractions qui font vibrer le diaphragme.

TISSAGE ÉLECTRIQUE. — On a essayé depuis longtemps d'appliquer l'électricité au tissage et de remplacer les cartons des métiers Jacquart par des interrupteurs agissant sur des électro-aimants. Cette disposition exigeait de la pile un travail trop considérable; aussi n'a-t-elle pas donné de résultats sérieux.

TONNERRE. — Bruit qui accompagne les éclairs. Bien que les décharges atmosphériques soient tout à fait comparables, aux dimensions près, à celles de nos machines, le tonnerre est constitué généralement par un roulement plus ou moins prolongé qui ne rappelle en rien le bruit sec que produisent nos appareils. Cette différence s'explique par la grande longueur des éclairs, qui fait que le bruit ne peut pas nous arriver simultanément de tous les points de la décharge. Les échos produits à la surface des nuages ou du sol contribuent aussi à prolonger le roulement, comme on le constate surtout dans les pays de montagnes.

On entend ordinairement le tonnerre quelques instants après l'éclair : cet intervalle permet de calculer approximativement la distance de la décharge.

TORPILLE. — Poisson muni d'un appareil électrogène (Voy. ce mot).

TORPILLE ÉLECTRIQUE. — Les premiers essais pour appliquer l'électricité aux torpilles eurent lieu vers 1829. On se servit d'abord de la bobine de Ruhmkorff pour enflammer des torpilles à distance. Pendant la guerre austro-italienne, en 1866, les ports autrichiens étaient défendus par plusieurs lignes de torpilles assez rapprochées. Une lentille convergente et un prisme à réflexion totale donnaient, dans une chambre noire, une image horizontale du port, sur laquelle les positions des torpilles étaient figurées par des points noirs. Lorsqu'un vaisseau passait sur un de ces points, l'officier placé en observation n'avait qu'à appuyer sur la touche correspondante d'un clavier pour déterminer l'explosion de la torpille placée en ce point. Le même procédé a été appliqué à la défense de l'Escaut en aval d'Anvers.

Signalons encore le procédé de mise de feu Maury, qui a l'avantage d'être automatique et d'écarter l'influence de l'émotion de l'opérateur ou des autres causes qui pourraient faire pro-

duire l'explosion mal à propos. Les fils qui partent de la pile K (fig. 1029) aboutissent aux deux stations PP', où ils sont reliés aux pieds métalliques des deux lunettes $f_1 f_2$. Le pied de chaque lunette peut pivoter sur lui-même et porte une manette qui peut toucher les contacts 1, 2, 3, .. ou 1', 2', 3',... Le circuit de chaque torpille aboutit en P et P' aux deux contacts de même numéro. Ces contacts placés de telle sorte qu'ils sont touchés ı manette lorsque la lunette vise la torpill respondante. Les observateurs placés e P' suivent la marche du vaisseau en visan la lunette un point déterminé. Lorsq deux lignes de visée se coupent sur la t 2, comme le montre la figure, le circuit de

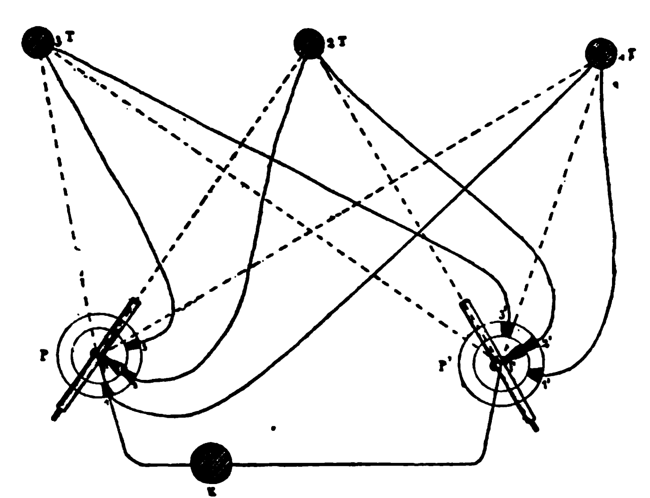


Fig. 1029. — Station télescopique à la Maury.

torpille est fermé par les deux manettes et elle fait explosion.

L'électricité joue un rôle plus important dans les torpilles automobiles dirigeables. Nous n'insisterons pas sur la torpille Whitehead, qui n'est pas dirigée par l'électricité.

Le principe des torpilles dirigeables par l'électricité est dû au colonel Hennebert; mais, dans ce premier modèle, la torpille em la source d'électricité, de sorte qu'on ţ toute action sur elle.

La torpille du colonel Lay, connue s nom de *Lay's torpedo Boat*, a été imagi 1872 et modifiée plusieurs fois. Elle a la d'un cigare aplati et se divise en quatr partiments. Le premier A (fig. 1030)

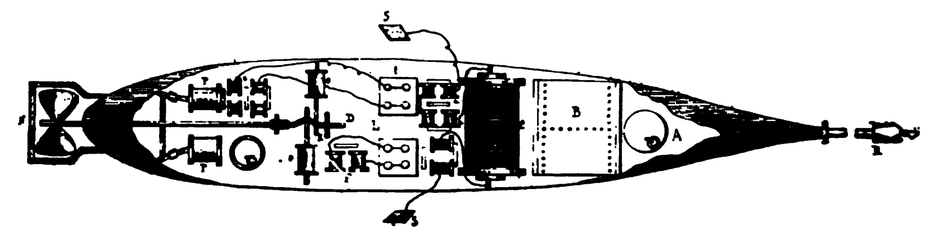


Fig. 1030. — Torpille électrique automobile du colonel Lay.

chambre explosive et contient une grande quantité de poudre brisante. Cette chambre peut être remplacée, si l'on veut éviter la destruction de l'appareil, par une hampe portant à sa partie antérieure une torpille automatique R.

En B se trouve un réservoir contenant 400 litres d'acide carbonique liquide et pouvant supporter une pression de 125 atmosphères. Cet acide peut être envoyé, au gré de l'opérateur, au moyen d'électro-aimants actionnés p piles, soit dans la machine à cylindre o qui commande l'arbre de l'hélice, soit machine à cylindre fixe qui dirige le nail. Ces machines sont placées dans l partiment D. Des détendeurs spéciaux à l'acide carbonique la pression pour agir sur les machines.

Enfin le compartiment C re

portant 4 kilomètres de câble double isolé. L'un des câbles ferme le circuit des piles sur les électro-aimants de la machine motrice, l'autre sur ceux de la machine du gouvernail.

Cet appareil, qui présente des dispositions très ingénieuses, a l'inconvénient d'être très délicat. Son fonctionnement laisse souvent beaucoup à désirer; de plus il est fort coûteux (50000 à 60000 fr.). Enfin, comme il circule à une petite profondeur, le bouillonnement du gaz de la machine et le mouvement de l'hélice peuvent déceler facilement sa présence; il en résulte aussi qu'il attaque trop près de la ligne de flottaison, ce qui diminue beaucoup ses effets.

Nous signalerons aussi la torpille Nordenfelt, qui est le type le plus récent. Son poids atteint 3000 kilogrammes; elle peut contenir 130 kilogrammes de dynamite. Tous ses organes sont mus par l'électricité. Un bateau la transporte au point voulu, d'où elle file en ligne droite, sans dévier, jusqu'au bout du câble.

Les perfectionnements apportés récemment aux torpilleurs sous-marins enlèvent beaucoup d'intérêt à ces appareils. Cependant nous signalerons encore deux modèles qui viennent d'être mis à l'essai. La torpille Sims Édison a la forme d'un fuseau allongé ; elle est solidement fixée au-dessous d'un flotteur, qui nage à la surface et peut porter des signaux quelconques, permettant de suivre la marche de l'appareil. La torpille elle-même est divisée en quatre parties, pesant chacune environ 200 kilogrammes. La portion antérieure contient l'explosif; la chambre suivante, qui est cylindrique, renferme une bobine de câble qui se déroule pendant la marche. Le troisième compartiment contient un moteur, que le câble relie à une dynamo placée à terre, et qui actionne l'hélice placée à l'arrière, et un électro-aimant polarisé qui commande le gouvernail placé au-dessus de l'hélice. Pour déterminer l'explosion, il suffit de renverser le courant. Dans les expériences d'essai, la torpille marchait avec une vitesse de 20 milles à l'heure.

La torpille « *Victoria* », construite par MM. Heenan et Froude, est actionnée par un petit moteur à air comprimé, alimenté par un réservoir placé à l'avant, derrière le mélange explosif. Pour compenser la perte de poids due à la dépense d'air, quatre chambres, fermées par des pistons, s'ouvrent peu à peu et se remplissent d'eau. Une dynamo placée à terre commande le moteur et le gouvernail comme dans l'appareil précédent. Un liquide phosphoré s'écoule peu à peu et vient brûler à la surface de l'eau pour permettre de suivre la marche de la torpille.

On donne encore le nom de *torpille électrique* à la petite expérience suivante : on place dans un vase de verre plein d'eau un fil fin de platine, dans lequel on lance la décharge d'une batterie électrique. Le liquide est projeté à une petite hauteur et le vase est brisé.

TORPILLEUR ÉLECTRIQUE. — Bateau porte-torpille mû par l'électricité.

Le torpilleur sous-marin système Goubet, qui était à l'origine mû par son équipage, a été ensuite rendu électrique. Le moteur est une petite dynamo Siemens *d* (fig. 1031), pesant seulement 180 à 200 kilogrammes et tenant fort peu de place. Elle marche à 48 volts et est alimentée par 30 accumulateurs pesant ensemble 1800 kilogrammes et placés à l'avant. Le débit est de 8,8 ampères. La puissance disponible est donc de 422,4 watts, ce qui donne environ 42 kilogrammètres par seconde; c'est la puissance nécessaire pour imprimer au bateau, complètement immergé, une vitesse de 5 nœuds à l'heure. 24 accumulateurs suffisent pour donner cette puissance; les 6 autres servent de réserve. Cette batterie se charge en deux heures et peut marcher quatorze heures : on fait varier le nombre des accumulateurs en circuit suivant la vitesse qu'on veut obtenir. L'hélice peut être inclinée dans tous les sens sur l'axe du navire, au moyen d'une charnière articulée, placée entre le bateau et le support mobile de l'hélice; cette charnière est disposée de telle sorte que, lorsqu'on place l'hélice obliquement, l'angle qu'elle fait avec la charnière est égal à l'angle que fait celle-ci avec l'axe du bateau. Cette égalité d'angle est indispensable pour obtenir la régularité du mouvement par joints articulés. Par cette disposition, l'arbre de la machine ne subit aucun effort longitudinal, l'hélice peut se déplacer d'un quart de cercle de chaque côté de cet arbre et le mouvement reste régulier. Cette hélice mobile dispense de l'emploi d'un gouvernail et le torpilleur peut exécuter sur place toutes les évolutions nécessaires, même avec une très petite vitesse. Une enveloppe étanche préserve le manchon d'accouplement du contact de l'eau et l'hélice tourne toujours à eau vive.

L'électricité sert en outre pour mettre le feu à la torpille, dont le levier se voit en T. *m* est la manivelle qui commande l'hélice-gouvernail.

Des rames O, fixées de chaque côté, servent à faire mouvoir le bateau en cas d'avarie à l'appareil électrique.

Ces rames sont divisées en deux parties distinctes. La poignée levier se relie de l'intérieu

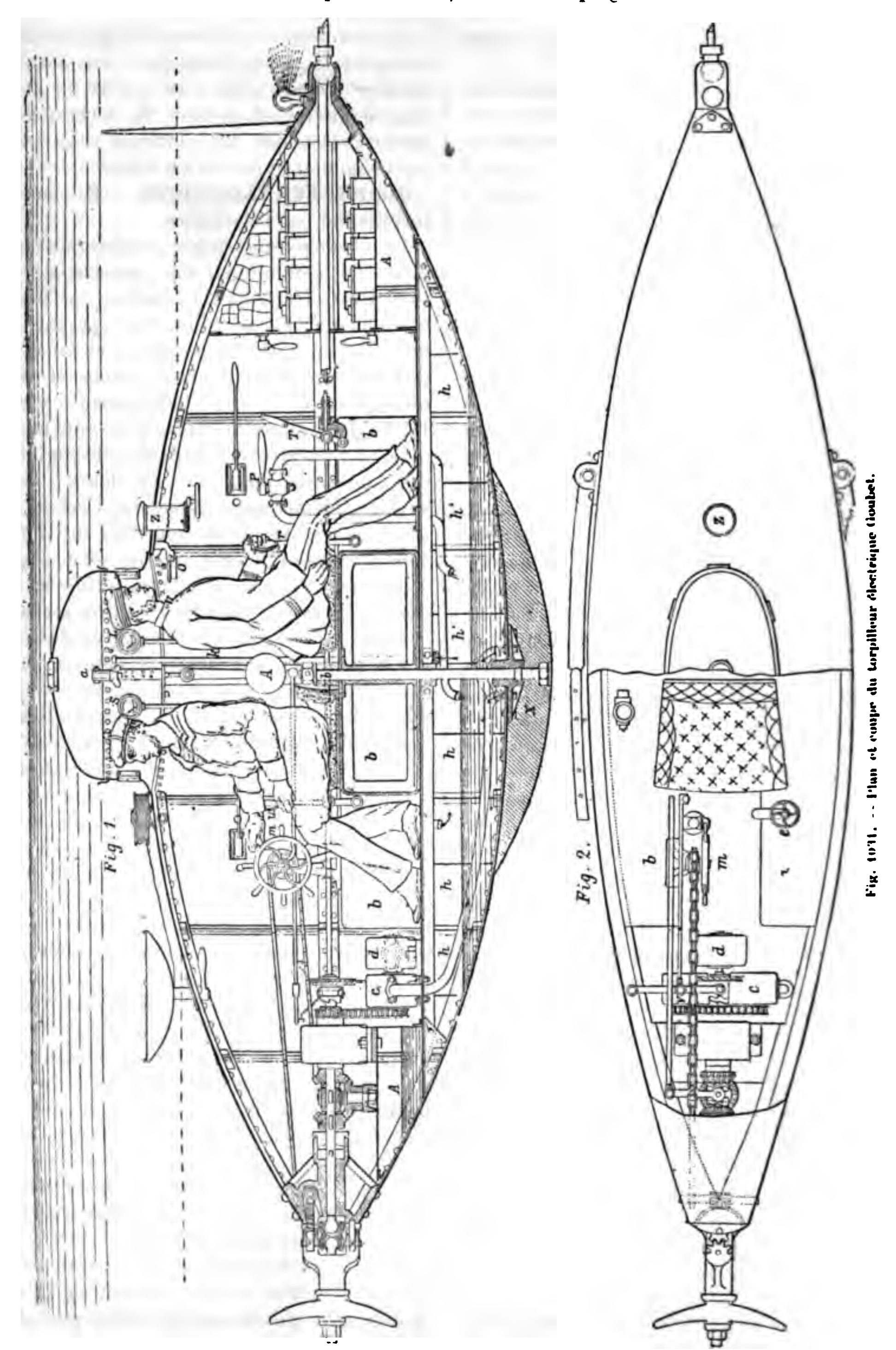


Fig. 1071. — Plan et coupe du torpilleur électrique Goubet.

avec la tige de la rame par un axe qui traverse *une chappe* en bronze fixée par des joints aux flancs du torpilleur. La tige de la rame fourche et chaque trou de cette fourch

rainure dans laquelle vient se loger l'une des clavettes fixées sur l'arbre.

La palette est formée de volets mobiles qui viennent s'appuyer l'un sur l'autre au moment du travail sur l'eau et qui s'écartent lorsque la rame revient en sens contraire.

Dans l'intérieur de la chappe, qui forme une sorte de poche s'ouvrant vers l'intérieur du bateau, se trouvent deux écrous en bronze avec garniture de caoutchouc faisant joint, pour empêcher l'infiltration de l'eau le long de l'axe.

Quand le bateau est actionné par l'électricité, les rames sont appliquées le long dss flancs et ne gênent en rien la manœuvre.

Ce torpilleur porte un certain nombre de dispositions ingénieuses sur lesquelles nous ne pouvons insister, parce qu'elles n'ont aucun rapport avec l'électricité. Lorsque le bateau s'incline en avant ou en arrière, un pendule A, placé au milieu, reste vertical et actionne la pompe avant dans le premier cas, la pompe arrière dans le second, pour faire passer l'eau d'un des compartiments dans l'autre et faire redresser l'embarcation.

Un petit tube Z, muni de deux obturateurs rendus solidaires par un mécanisme convenable, permet de communiquer avec le navire ou le port voisin. On peut introduire dans ce tube une fusée qui monte rapidement à la surface de l'eau et y fait explosion, indiquant exactement la position du torpilleur. Le même tube peut servir à établir une communication téléphonique.

Pour lancer une fusée-signal, on l'introduit dans le tube Z; l'obturateur supérieur est alors fermé et ampêche l'eau de pénétrer. Dès qu'on referme l'obturateur inférieur, l'autre s'ouvre, et la fusée, plus légère que l'eau, monte verticalement à la surface. Deux ailettes, plus légères encore que la fusée elle-même, l'entraînent dans cette ascension; à l'arrivée à la surface, elles se rabattent par leur poids, et font déclencher le percuteur : la fusée fait explosion.

Le bruit de l'explosion peut être entendu plus ou moins loin, suivant la charge de la fusée. La nuit, on peut se servir de feux de couleur pour indiquer l'endroit et la profondeur où se trouve le torpilleur.

Lorsqu'on ouvre de nouveau l'obturateur inférieur pour placer une autre fusée, la petite quantité d'eau qui avait remplacé la fusée précédente dans le tube Z est conduite par un petit tuyau dans les réservoirs, et la place se trouve libre.

Lorsque le torpilleur a appelé un navire par l'emploi des fusées, il peut se mettre en communication téléphonique avec lui, en laissant monter par le tube Z une petite bouée qui porte un fil conducteur. Il peut même, en cas de manœuvre à portée du navire, rester en communication permanente avec lui.

Enfin un poids de sûreté X, retenu par un écrou, peut être détaché facilement du bateau et permet à celui-ci de remonter à la surface dans tous les cas.

La marine anglaise emploie le torpilleur sous-marin Waddington, qui est fusiforme et divisé en trois compartiments étanches par les cloisons BB. Les compartiments extrêmes CC contiennent une réserve d'air comprimé pour la respiration de l'épuipage, qui est composé de deux hommes (fig. 1032). Ces hommes se tiennent dans le compartiment médian, qui renferme les machines.

Quarante-cinq accumulateurs, contenus dans les caisses D, actionnent quatre dynamos. La plus grande, qui absorbe 90 volts et 65 ampères, actionne l'hélice F à 750 tours par minute. A grande vitesse, le bateau peut marcher dix heures en faisant 15 kilomètres à l'heure. Il peut fournir 200 kilomètres à vitesse moyenne, et 280 à petite vitesse. Deux autres petites dynamos commandent des hélices horizontales placées dans les conduits verticaux NN et servant à faire monter ou descendre le torpilleur, lorsqu'il est au repos. La quatrième dynamo fait marcher deux gouvernails horizontaux H, qui règlent la stabilité. Deux gouvernails verticaux servent à diriger le bateau, et des gouvernails latéraux, mus par le levier M, se placent sous différents angles pour maintenir le bateau à la profondeur voulue. Les caisses à eau sont remplies à l'origine de manière que le kiosque émerge seul. Des garde-corps permettent de se tenir sur la coque.

Outre une torpille électrique, ce bateau porte sur ses flancs deux torpilles automobiles Whitehead L, qu'on lance à 30 ou 40 mètres, quand les vaisseaux ne sont pas protégés par des filets.

Nous signalerons enfin le torpilleur sous-marin le *Gymnote*, construit d'après les plans de Dupuy de Lôme et les indications de M. Zédé. Ce bateau, en forme de fuseau (fig. 1033) a 8,85 m. de long sur 2,10 m. de large; son déplacement est de 5 tonnes. 132 accumulateurs Commelin-Desmazures, pesant 2300 kilogrammes, sont placés au centre. Un commutateur modifie le nombre des éléments employés et permet

d'obtenir quatre vitesses différentes pour la marche en avant et deux pour la marche en arrière.

Les accumulateurs actionnent une dyna multipolaire extrêmement légère, imaginée p

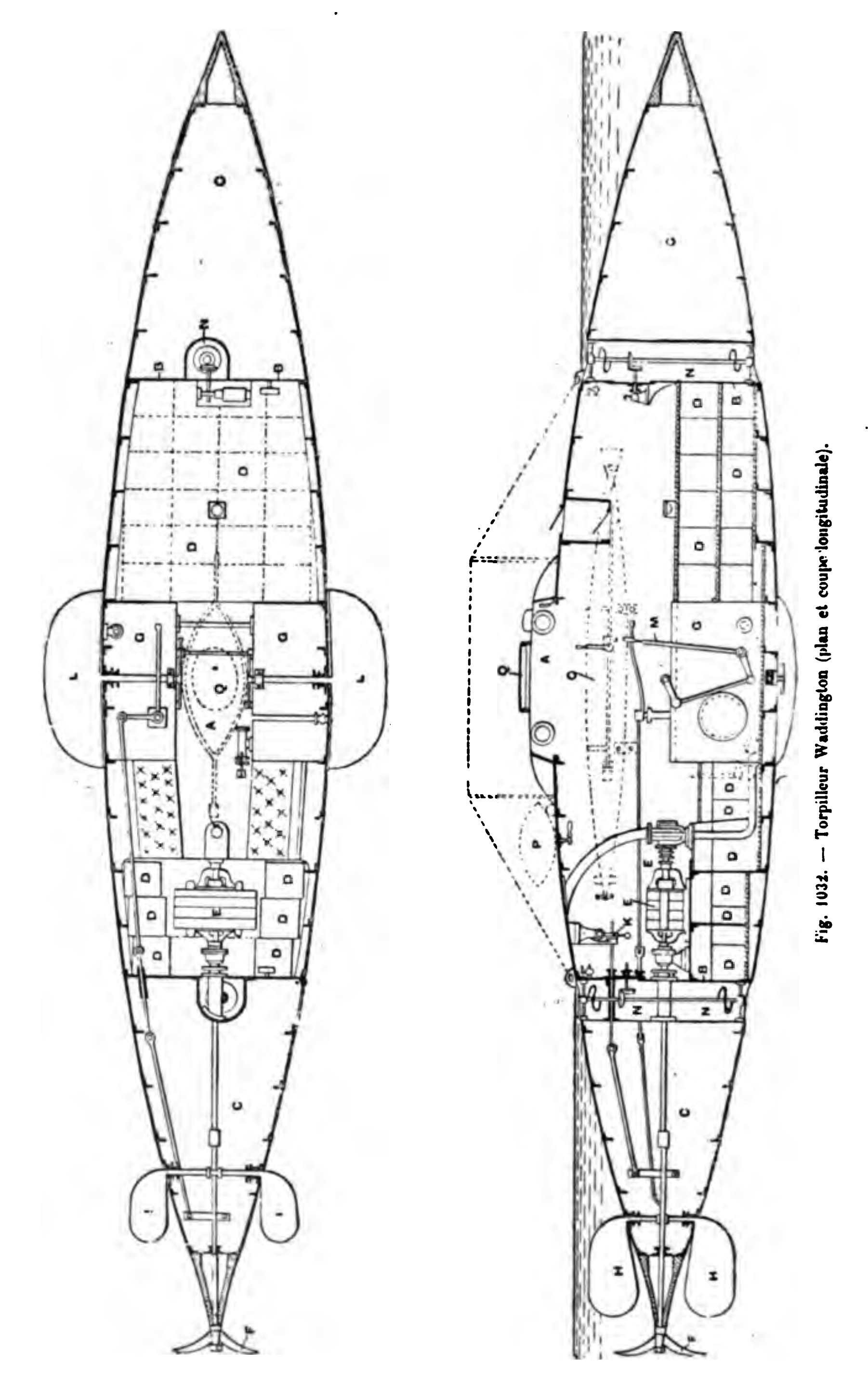


Fig. 1032. — Torpilleur Waddington (plan et coupe longitudinale).

le capitaine A. Krebs. Ce moteur marche à faible *vitesse et* commande directement l'arbre de l'hélice, près de laquelle il est placé. Les cumulateurs suffisent pour le faire

pendant plus de dix heures. Des gouvernails horizontaux permettent de diriger ce bateau entre deux eaux. Un tube coudé muni de miroirs sert à observer au dehors. Enfin les réservoirs d'air comprimé et les autres détails de l'installation intérieure ne diffèrent pas sensiblement de ceux des torpilleurs précédemment décrits. Un certain nombre de torpilleurs du type Gymnote ont été mis en chantier.



Fig. 1033. — Torpilleur sous-marin le *Gymnote*.

TORSION MAGNÉTIQUE. — Un fil de fer aimanté se tord dans un certain sens quand il est traversé par un courant. Maxwell attribue ce phénomène à l'allongement provenant de l'aimantation.

TOURMALINE. — La tourmaline est un minéral assez complexe, formé par un groupe de silicoborates fluorifères d'alumine, dans lesquels domine tantôt la magnésie, tantôt le fer, avec accompagnement de manganèse, de chaux, de soude, de potasse et parfois de lithine. On y trouve souvent des traces d'acide phosphorique.

La tourmaline est noire, brune, verte, bleue, rouge ou lie de vin; elle cristallise en prismes à six ou à neuf pans, ayant souvent une section triangulaire qui rappelle un triangle sphérique.

En 1717, Lemery, Alpicus et Canton ont découvert que la tourmaline s'électrise quand on la chauffe (Voy. PYROÉLECTRICITÉ). En 1881, MM. Curie ont montré qu'elle s'électrise également par la pression.

TOURNIQUET ÉLECTRIQUE. — Application du pouvoir des pointes, imaginée par Hamilton en 1760. Sur un pivot métallique, implanté sur une machine électrique, on pose une chape portant un certain nombre de tiges métalliques rayonnantes terminées en pointe et recourbées toutes dans le même sens (fig. 1034). Les molécules d'air voisines des pointes s'électrisent et les repoussent : l'appareil tourne donc en sens contraire des pointes. Ce petit instrument tourne également lorsqu'on le place dans le voisinage d'une machine électrique et qu'on le relie au sol.

Dans le vide ou les gaz très raréfiés, l'appareil ne tourne plus. Si on le place sous une cloche de verre bien isolante, il tourne d'abord rapidement, puis s'arrête tout à fait. C'est que toutes les molécules du gaz intérieur finissent par s'électriser et l'équilibre s'établit. En posant la main sur la cloche, on modifie la distribution intérieure et l'appareil recommence à tourner. Le tourniquet fonctionne dans les liquides isolants tels que l'huile d'olive, et ne

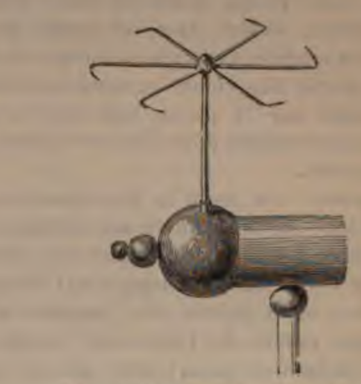


Fig. 1034. — Tourniquet électrique.

tourne pas dans les liquides conducteurs comme l'eau. Un grand nombre de physiciens ont étudié le tourniquet électrique et l'ont modifié, notamment MM. Neyreneuf, Ruhmkorff, Bichat.

Quelle que soit la disposition donnée à l'expérience, l'explication est la même. L'appareil ne tourne que s'il se produit quelque part des fuites d'électricité, et le sens de la rotation est déterminé par la direction du vent électrique.

C'est ainsi que s'expliquent les expériences suivantes de M. Neyreneuf, Si l'on prend un tourniquet formé d'une seule aiguille, terminée d'un côté par une boule, de l'autre par une pointe recourbée, et qu'on le pose sur une pointe conductrice placée au milieu d'un disque conducteur relié avec une machine électrique, l'appareil tourne à la manière ordinaire, c'est-à-dire en sens inverse de la pointe. Si au contraire on place l'appareil dans une position excentrique, il peut rester immobile, ou se déplacer dans un sens quelconque pour atteindre une position d'équilibre, ou se mettre

à tourner dans la direction de la pointe. Si l'on place ce tourniquet, communiquant avec le sol, en face d'un conducteur électrisé, on peut obtenir encore les mêmes effets.

Si l'on garnit les pointes du tourniquet avec des boules de moelle de sureau, l'appareil tourne dans le sens ordinaire et à peu près avec la même vitesse. Si l'on emploie des boules isolantes, la rotation se ralentit notablement et peut même changer de sens.

Le vent électrique se produit suivant la ligne de force et n'est pas nécessairement dans la direction de la pointe. Ruhmkorff l'a montré au moyen d'une sorte de tourniquet formé d'un disque de mica tournant sur une pointe verticale, fixée elle-même au centre d'une plaque d'ébonite. Cette plaque porte en outre deux tiges verticales, situées dans un même plan avec l'axe de rotation. Ces tiges se terminent en pointe à la partie supérieure et communiquent respectivement par la partie inférieure avec deux tiges horizontales dont l'une est effilée et l'autre arrondie.

Si l'on prend à la main la tige arrondie et qu'on approche la tige effilée du conducteur d'une machine qui donne de l'électricité positive, la tige effilée laisse échapper de l'électricité négative, et la pointe avec laquelle elle communique donne de l'électricité positive, qui charge la lame de mica. L'autre pointe verticale, qui est reliée avec le sol, donne de même de l'électricité négative.

Si tout est symétrique par rapport au plan des deux tiges, le disque de mica est en équilibre; si on le déplace un peu dans un sens quelconque, il continue à tourner avec une vitesse croissante. Mais, si l'on place l'appareil de sorte que le plan des tiges soit oblique par rapport au conducteur, l'électricité s'écoule des pointes verticales obliquement par rapport au plan de symétrie. L'appareil se met à tourner dans un sens déterminé et reprend bientôt son mouvement, si on essaie de le faire tourner en sens contraire. Dans cette rotation, la partie des disques voisine de la pointe négative doit s'éloigner du conducteur de la machine.

TRACTION ÉLECTRIQUE. — Le problème de la traction des véhicules par l'électricité présente un grand intérêt. L'électricité offrirait dans les villes l'avantage inappréciable de supprimer la fumée. En outre, les locomotives des chemins de fer et surtout des tramways donnant un rendement très inférieur à celui des machines à vapeur perfectionnées à grande détente, l'électricité pourrait arriver facilement à donner une économie sérieuse. Enfin cette économie serait encore plus sensible dans le cas où l'on pourrait utiliser des forces naturelles, telles que chutes d'eau, etc. De plus, la traction électrique présenterait dans les villes d'autres avantages; les voitures, pouvant effectuer par jour un nombre de kilomètres plus considérable, ne nécessiteraient pas un matériel aussi important, et la surface occupée actuellement par les dépôts pourrait être diminuée dans une proportion de 40 p. 100, la place nécessaire étant beaucoup moins grande qu'avec les chevaux.

Les chemins de fer électriques, déjà très répandus aux États-Unis, sont peu nombreux en Europe. Un certain nombre de tentatives ont cependant été faites, mais elles s'appliquent seulement à des trains composés d'une ou deux voitures et sur des trajets de petite longueur : ce sont donc en réalité des tramways (Voy. ce mot). Les systèmes employés sont nombreux, mais leur installation est encore trop récente pour qu'on puisse se prononcer sur leurs avantages et leurs défauts respectifs, ainsi que sur le prix de revient.

Puissance de traction. — M. Hospitalier donne les renseignements suivants sur la puissance de traction nécessaire pour mettre en marche un véhicule. Cette puissance est

$$P = KFv$$

v étant la vitesse, F le poids du véhicule et K le coefficient de traction. Le produit K F est l'effort de traction, c'est-à-dire l'effort horizontal nécessaire pour maintenir le véhicule à la vitesse v. D'après le général Morin, K est égal pour les tramways à 1 ou 2 p. 100, suivant que la voie est propre ou sale, pour les chemins de fer à 0,05 p. 100. Si la voie, au lieu d'être en palier, présente une rampe, il faut en tenir compte. Pour cela, on ajoute au terme précédent la puissance nécessaire pour soulever le véhicule de la hauteur de la rampe. Si la rampe est de n centimètres par mètre, la voiture s'élève de nv centimètres par seconde, ce qui donne

$$P' = \frac{nvF}{100}.$$

Pour un véhicule pesant 1000 kilog., ayant une vitesse de 3 mètres par seconde, sur une rampe de 1 centimètre par mètre, le coefficient de traction étant 2 p. 100, on a

$$P = 0{,}02 \times 1000 \times 3 = 60 \text{ kgm.}$$
$$P' = 0{,}03 \times 1000 = 30 \text{ kgm.}$$
$$P + P' = 90 \text{ kgm.}$$

Le moteur doit fournir 90 kilogrammes par seconde.

TRADUCTEUR. — Organe du récepteur du télégraphe multiple de Baudot, qui reçoit la combinaison de signaux produite par les relais et la traduit en un caractère imprimé (Voy. TÉLÉGRAPHE).

TRAMWAY ÉLECTRIQUE. — Tramway mû par l'électricité. Deux systèmes principaux peuvent être employés : tantôt l'on produit l'électricité dans une station, placée en un point quelconque du parcours, et on envoie le courant au moteur placé sur la voiture. On peut au contraire alimenter le moteur par une batterie d'accumulateurs chargée à l'usine et placée sur le véhicule. Chacun de ces deux systèmes peut se prêter à plusieurs dispositions différentes, que nous allons indiquer successivement.

Tramways alimentés par une machine fixe. — Le courant de la dynamo peut être conduit au moteur par différents procédés, que M. Reckenzaun classe de la manière suivante :

1° *Les rails servent de conducteurs au courant*. — Ce système a été proposé le premier par MM. Siemens et Halske pour la traction des tramways. Les essieux sont isolés des roues, et le moteur communique avec les rails par des balais ou des galets qui frottent ou qui roulent sur leur surface. La première application a été faite à l'exposition industrielle de Berlin en 1879.

Ce système se recommande au point de vue la simplicité et de l'économie ; mais il exige un emplacement séparé des rues et des autres voies, et les rails sont difficiles à isoler.

Un tramway de ce genre fut installé en 1881 entre l'École centrale militaire et la gare de Lichterfelde, sur le chemin de fer de Berlin à Anhalt. La ligne avait 2400 mètres de longuenr. L'usine est à 806 mètres environ de la station de Lichterfelde : le courant, de 100 volts, est produit par deux dynamos Siemens, alimentées par deux machines à vapeur de six chevaux. Les jours ordinaires, on n'emploie qu'une machine, actionnant une seule voiture de vingt-quatre places, qui pèse à vide 3200 kilogrammes et fait vingt-quatre voyages par jour. Le parcours dure huit minutes. Les jours de fête, on emploie les deux dynamos et deux voitures. Les rails sont posés le long de la route ou dans les champs, sur des traverses ordinaires en bois, sans aucucune précaution spéciale pour l'isolement. A la traversée des routes, ils sont isolés et le courant passe par des conducteurs souterrains. La force électromotrice est trop faible pour être dangereuse.

Cette ligne a été prolongée en 1890 de 1,5 kilomètre; le courant est amené à cette nouvelle partie de la ligne non plus par les rails, mais par des conducteurs aériens. Nous donnons plus loin la vue de cette disposition.

La ligne de Brighton fonctionne depuis 1884 entre l'entrée de l'aquarium et la jetée, sur une distance de 400 mètres; depuis cette époque, elle a été prolongée jusqu'à Kemptown, sur une longueur de 1600 mètres. L'usine comprend un moteur à gaz de douze chevaux et une dynamo compound de Siemens, donnant 160 volts. Les traverses des rails sont placées sur le galet de la plage, sans autre précaution. La ligne présente deux rampes assez fortes. On emploie une voiture les jours ordinaires, deux les jours de fête. Chaque voiture contient trente personnes et pèse 3250 kilogrammes avec les voyageurs. La vitesse est de 12,8 kilomètres à l'heure. La dépense de traction s'élèverait seulement à 12,5 centimes par voiture et par kilomètre.

Le tramway Siemens a figuré de nouveau à l'exposition d'électricité de Vienne (Autriche) en 1883, avec quelques perfectionnements destinés à éviter les changements de vitesse dans les rampes et dans les pentes. Deux dynamos Siemens étaient placées à l'une des extrémités du parcours. A l'exposition de Berlin, le courant était amené par un rail central isolé et retournait à la génératrice par les deux rails latéraux. A Vienne, il n'y avait que deux rails, isolés tous deux, et constituant avec la génératrice et la réceptrice un circuit fermé et complètement métallique. Des balais établissaient le contact; un commutateur à manivelle servait pour la mise en marche : pendant cette manœuvre, le courant traversait d'abord une résistance décroissante, pour éviter les étincelles; l'inverse avait lieu pour l'arrêt. La force électromotrice était de 150 volts. La ligne avait 1528 mètres de longueur.

M. Ries a remarqué que le passage du courant à travers les rails augmente l'adhérence des roues, pourvu que la vitesse ne dépasse pas une certaine limite. Il attribue cet effet à un changement moléculaire des surfaces dû à la grande quantité de chaleur dégagée. Il a proposé plusieurs moyens pour utiliser cette adhérence, notamment l'emploi d'un courant d'une intensité suffisante traversant un fil métallique qui entoure les essieux du véhicule. Cette méthode donne de bons résultats.

2° *Un rail central isolé amène le courant ; le retour se fait par les rails ordinaires.* Ce procédé, qui a figuré pour la première fois au tramway de l'Exposition de Berlin, a été appliqué par MM. Siemens en septembre 1883 à la ligne qui relie Portrush à Bushmills, dans le nord de l'Irlande, sur une longueur de 9600 mètres, et qui vient d'être prolongée jusqu'à la Chaussée-du-Géant. C'est actuellement la plus longue ligne électrique. Deux turbines de 50 chevaux, installées sur la rivière Bush, à 1450 mètres de la ligne, actionnent les dynamos, qui donnent un courant de 250 volts.

Le rail central est constitué par un fer en T, isolé et supporté par des poteaux de bois à 43 centimètres au-dessus du sol. Deux ressorts en acier, frottant sur ce rail, communiquent avec le moteur Siemens placé sur la voiture. Le courant retourne à la génératrice par les rails latéraux, qui sont soigneusement isolés du sol. Les dépenses d'exploitation s'élèvent à 0 fr. 187 par kilomètre et par voiture.

Une autre ligne du même système a été établie en Irlande en septembre 1885 entre Bessbrook et Nevry, sur une longueur de 4800 mètres. Une turbine de 62 chevaux actionne deux dynamos du système Edison-Hopkinson. Chaque train se compose d'une voiture électrique, portant trente-huit voyageurs et pesant 8000 kilog., et qui remorque trois wagons de marchandises pesant chacun 2000 kilog. Les dépenses s'élèvent à 0 fr. 25 par kilomètre et par train formé d'une voiture et de six wagons.

Plusieurs systèmes américains rentrent dans la même catégorie. Dans le système Sprague, le rail central, placé à 10 centimètres au-dessus du sol, est coupé aux aiguilles et points de croisement et divisé en tronçons de 160 à 180 mètres ; les extrémités de chaque section sont en rapport avec un gros conducteur isolé, qui amène le courant et qui accompagne le rail sur toute sa longueur. Le courant suit ce conducteur, pénètre dans la section du rail qui porte une voiture, passe par deux roues de bronze qui roulent sur le rail, par le moteur, et retourne à la génératrice par les rails latéraux. Le sectionnement de la ligne permet, en cas de contact ou d'accident, de supprimer la partie endommagée sans nuire au reste de la voie.

Dans le procédé Field, la roue qui prend le courant sur le rail isolé peut tourner autour d'un axe vertical, de sorte qu'on peut amener son plan, qui passe ordinairement par le rail, à être perpendiculaire à celui-ci tout en restant vertical. La roue agit alors comme une brosse et décape le rail. Le réglage des balais du moteur s'effectue automatiquement (Voy. Balai, page 75).

Dans le système Daft, le rail central, en acier, repose sur des tasseaux de bois dur saturé d'asphalte. Le courant est pris par un galet en bronze phosphoreux relié au moteur, qui est généralement placé sur un truc spécial. Le système Daft a été appliqué le premier industriellement aux États-Unis ; il fonctionne depuis 1885 à Baltimore, où l'on a transporté, de septembre 1885 à mai 1886, 188591 voyageurs. Chaque train pèse 7810 kilog., dont 2270 pour le truc locomoteur, 2270 pour les voitures et 3270 pour les cinquante voyageurs. Le prix moyen de traction est 2,5 centimes par kilomètre et par voyageur, au lieu de 4,2 centimes, prix de la traction par chevaux.

3° *Le courant est amené par un câble isolé et des sections de rails, et le retour se fait par les rails ordinaires.* Dans ce procédé, le rail central se compose de tronçons isolés qui n'entrent dans le circuit qu'au moment du passage de la voiture et ne sont pas électrisés en temps ordinaire. Tels sont les systèmes de MM. Ayrton et Perry, de MM. Pollak et Biswanger. Ces inventeurs se sont proposé d'éviter les pertes de courant dues à un isolement défectueux, mais ils emploient des organes délicats, trop faciles à endommager. Ces procédés n'ont encore reçu aucune application.

Le système de M. Lineff, mis à l'essai en mai et juin 1890, paraît plus robuste et destiné à donner des résultats plus pratiques. Le courant est amené par un conducteur formé de deux câbles ou tringles et reposant dans des pièces en terre d'une forme spéciale ; le tout est placé dans le sol, à une petite profondeur. Sur ce conducteur repose une bande continue de fer galvanisé, destinée à établir le contact au passage du véhicule. Le rail est double et formé de tronçons d'environ un mètre, isolés les uns des autres. Le rail le plus gros arrive au niveau du sol ; il est placé à l'intérieur de la voie, au milieu ou près des rails latéraux. Le plus petit est complètement enterré ; il est placé à côté du premier, et relié avec lui par des boulons en laiton, qui établissent une communication électrique, mais non magnétique. Le second rail sert à augmenter l'attraction magnétique du premier.

La voiture porte un électro-aimant monté sur un petit chariot indépendant, et dont les pôles sont très voisins du rail isolé ; deux roues roulent sur le rail central, et établissent le contact

ique; la troisième, beaucoup plus petite es roues du véhicule, est placée sur l'un ails ordinaires. Au passage de la voiture, tro aimante un petit nombre de tronçons il double; ces tronçons attirent la bande r galvanisé, qui se soulève et vient les tou- les mettant en communication avec la no; le courant passe dans le moteur et rne à la génératrice par les rails ordinaires. il isolé n'est porté au potentiel du conduc- souterrain que sur une longueur d'envi- 5 mètres, inférieure à la longueur totale éhicule. On peut donc le toucher sans danger. L'électro-aimant reçoit le cou- principal, mais, à cause de sa grande ance, il n'en absorbe qu'une très faible . Un accumulateur, placé sur la voiture, ne l'électro-aimant au cas où la bande de ar un accident quelconque, retomberait conducteur souterrain. Le fer est galva- our empêcher qu'il adhère au double rail effet du magnétisme rémanent.

s cette catégorie rentre encore le projet riginal de chemin de fer métropolitain nté par M. Berlier au conseil municipal ris, et désigné sous le nom de tramway aire souterrain. Ce tramway comprendrait lignes, allant l'une de la place de la Con- au bois de Boulogne avec cinq stations, onde de la place de la Concorde à la le par la rue Royale et les grands boule- , la troisième de la place de la Concorde cennes ; cette dernière se relierait à la dente à la gare de la Bastille. Le trajet complètement souterrain, sauf pour la rsée du bassin de l'Arsenal, qui se ferait duc. Le trajet comprend un tunnel cylin- e formé de plaques métalliques égales, se rdant pour former des anneaux circulai- ui se placent bout à bout. Le diamètre eur libre est de 5,60 m.

ssemblage se fait à l'intérieur, et la sur- xtérieure est parfaitement lisse.

tunnel ainsi obtenu est complètement he et son sommet peut être placé à moins mètre au-dessous du sol.

ventilation est assurée par des colonnes lables aux colonnes-affiches et dont la supérieure est formée par une grille rtant le toit.

stations sont constituées par des excava- de 15 mètres de largeur sur 25 à 30 mètres gueur, entourées par des murs épais de sou- nent et recouvertes d'un plafond constitué es poutres de fer et des voûtes de briques. Les quais sont de plain-pied avec le plancher des voitures ; un escalier, couvert d'une construction légère, débouche sur le trottoir de la rue.

Le courant est fourni par des usines situées vers le milieu du parcours, et le retour se fait par les rails et le tube.

Le tunnel contient deux voies. Les voitures sont munies d'un moteur assez puissant pour pouvoir, au besoin, remorquer une seconde voiture. Le tunnel et les voitures sont éclairés à la lumière électrique.

Les devis indiquent une dépense de 2269 fr. par mètre courant du tunnel, plus 200000 fr. par station, ce qui donne un total de 54 millions. Les tarifs seraient les mêmes que ceux de la Compagnie des Omnibus.

4° *Le courant est amené par un conducteur souterrain placé dans un tuyau; le retour se fait par les rails.*

Le défaut de ce procédé, c'est l'orifice qui laisse passer le collecteur de la voiture, et par lequel l'eau et la boue s'introduisent nécessairement dans le tuyau, ce qui peut nuire à l'isolement et au bon contact du collecteur. Un certain nombre d'inventenrs ont cherché à fermer cet orifice plus ou moins complètement.

Ce système, présenté à l'Exposition des inventions, à Londres, en 1886, par M. Holroyd Smith, a été appliqué par lui sur la ligne de Blackpool, dont la longueur totale est 3 200 mètres. L'usine, placée vers le milieu de la ligne, possède deux machines à vapeur de 25 chevaux chacune, actionnant 4 dynamos Elwell-Parker montées en dérivation et donnant un courant de 220 volts. Le conducteur est formé de deux tubes de cuivre elliptiques, portés par des tenons en fer fixés à des isolateurs en porcelaine, qui sont portés eux-mêmes par des blocs de bois créosoté. L'intervalle des deux tubes de cuivre forme une rainure par laquelle la boue et l'eau peuvent tomber au fond du conduit. Dans cette rainure passe le collecteur, relié à la voiture par des courroies qui cassent facilement, en cas d'obstruction du conducteur, sans que le reste du véhicule soit endommagé. L'isolement du conducteur laisse à désirer. M. Smith estime à 7,2 chevaux les pertes provenant de ce chef. D'après lui, les dépenses d'exploitation ne dépassent pas 25 centimes par kilomètre et par voiture.

Les systèmes de MM. Frank Wynne, Irish, Allsop, Bentley, Knight et Short-Nesmith rentrent dans la même catégorie. Les trois derniers sont appliqués aux États-Unis.

Le système du conducteur souterrain a été appliqué aussi par MM. Siemens et Halske en 1887 dans la ville de Buda-Pesth, sur une ligne de 10 kilomètres, dont les travaux d'achèvement sont encore en cours. Le conducteur est placé dans un conduit souterrain en maçonnerie (fig. 1035), maintenu par des supports en fonte. Ce conduit est placé au-dessous de l'un des rails, qui est percé d'une fente destinée à laisser passer le piston. Le conducteur est formé d'un tube divisé longitudi en deux parties, comme dans le systè royd Smith; ces deux pièces, de forn laire, sont fixées aux supports de font isolateurs, qui se voient au premier pl térieur du conduit est garni de béton.

5° *Le courant est amené par des co aériens et le retour se fait par les ra*



Fig. 1035. — Coupe de la ligne à conducteur souterrain de Buda-Pesth.

conducteur peut être formé soit d'un tube creux, dans lequel glisse un piston relié à la voiture, soit de barres métalliques sur lesquelles frottent des galets. Il est, dans tous les cas, soutenu par des poteaux munis d'isolateurs. Ce système, peu employé en Europe, est assez répandu en Amérique. Il est simple et facile à installer, mais paraît impraticable dans les rues très fréquentées des grandes villes.

Ce système a été appliqué par MM. Siemens au tramway de l'Exposition d'électricité de Paris, en 1881, qui allait de la pla Concorde au Palais de l'Industrie (500 m.). Le courant d'une machine placée dans le Palais, était amené par conducteur aérien, formé de deux tub lèles en laiton, fendus à la partie infér soutenus par des poteaux. Dans chacu tubes glissait un cylindre de laiton deux tiges verticales; de plus, ces tige saient à frottement doux une traverse tale portant un galet, que deux r

appuyaient contre le tube. L'un de ces
teurs amenait le courant à la réceptrice,
servait pour le retour. La vitesse était
par un rhéostat.
stème du conducteur aérien a été appliqué
way de Mœdling, près de Vienne, en 1883.
, située à Mœdling, a 6 dynamos com-
Siemens, donnant 500 volts aux bornes,
à l'extrémité opposée de la ligne, qui a 4480 mètres de longueur. Le parcours est très sinueux. Les poteaux ont 5,40 m. de hauteur, et sont espacés de 27 mètres, sauf dans les courbes, où ils sont plus rapprochés. Les conducteurs sont encore des tubes fendus, bien polis à l'intérieur, et maintenus par des haubans. Le chariot de contact est formé d'une pièce flexible en acier, sur laquelle sont montés trois pistons en bronze, formés de deux moitiés séparées, entre



Fig. 1036. — Tramway électrique de Lichterfelde, système Siemens (nouveau type).

es se trouvent des ressorts pour les ap-
ontre les parois. Les pistons doivent être
tous les deux mois. En hiver, une
suffit à l'exploitation ; mais les six fonc-
t en été. La dépense moyenne est de
mes par kilomètre-voiture.
ne de Francfort-sur-le-Mein à Offenbach,
n avril 1884, offre la même disposition.
ot porte deux pistons pleins en fer, sans
intérieurs, qu'il faut renouveler tous les
ligne a 6560 mètres ; elle est à double voie. Il y a des départs toutes les vingt minutes. Le matériel comprend quatorze voitures, dont dix avec moteur électrique, pouvant toutes recevoir vingt-quatre personnes. Les premières pèsent, à vide, 2500 kilogrammes, les autres 4000 kilogrammes. L'usine est au milieu de la ligne, au village d'Oberrad ; elle possède deux machines à vapeur horizontales de 120 chevaux, actionnant quatre dynamos Siemens, qui donnent un courant de 300 volts. En 1886, ce tramway a transporté neuf cent quatre-vingt-

dix mille trois cent vingt-huit voyageurs. La dépense est de 24 centimes par kilomètre-voiture.

Le même système a été appliqué encore par la maison Siemens au prolongement de la ligne de Lichterfelde, qui a été étendue en 1890 de 1,5 kilomètre. Le conducteur (fig. 1036) est soutenu par des fils transversaux fixés à des isolateurs de porcelaine, que portent des p teaux de bois disposés de chaque côté de route. Les voitures sont munies de deux cadr rectangulaires qui glissent sur le conducte pour prendre le courant.

Aux États-Unis, les conducteurs aériens so employés par M. Van Depoële et par MM. Tho son et Houston. Ce dernier système figurait

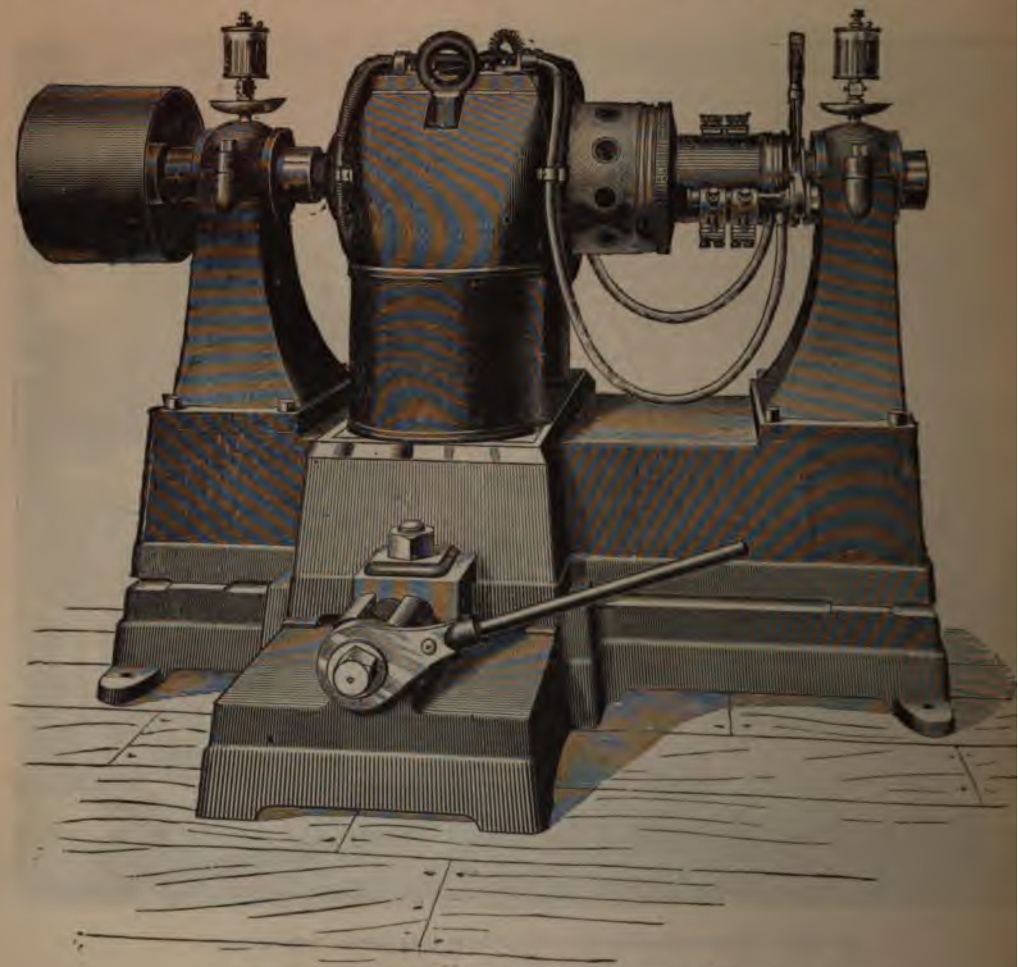


Fig. 1037. — Dynamo Thomson-Houston pour la traction des tramways.

l'Exposition de 1889, section des chemins de fer (classe 61). La « Thomson-Houston-Electric-Company » s'est bornée d'abord à exploiter le système Van Depoële, puis elle l'a modifié peu à peu.

Les dynamos employées aux stations sont construites pour donner une différence de potentiel constante (fig. 1037). Les inducteurs sont à enroulement compound : le fil en dérivation est enroulé à la manière ordinaire, mais l'enroulement en série est constitué par une bobi séparée, de forme particulière, qui entou comme un cadre les extrémités des pièces polaires, et enferme l'armature. Dans l conditions normales, les inducteurs n'abs bent pas plus de 1 p. 100 de l'énergie totale. L même disposition est appliquée aux dynam pour l'incandescence (fig. 576). Les piè polaires entourent complètement l'armatur dont la section est presque carrée. Des coup

fusibles sont placés sur la machine, à
: des conducteurs principaux, pour em-
e courant de dépasser 140 ampères. Le
ıférieur sert à tendre les courroies.
urant est transmis aux voitures par une
barre de cuivre, soutenue ordinaire-
r des supports spéciaux. Trois modes de
ion sont employés. Dans la suspension
, le conducteur est soutenu, au moyen
eurs particuliers, par des fils métalli-
ansversaux, attachés à des poteaux de
côté de la voie. Lorsque la ligne suit
s côtés d'une rue ou d'une route, on
la suspension à un support : les poteaux
acés d'un seul côté, et munis de po-
qui soutiennent le conducteur. Enfin,
la voie est double et occupe le milieu
ue ou d'une avenue très large, on fait
e la suspension à deux supports ; les po-
ont placés entre les deux voies, et pour-
doubles potences qui portent les conduc-
e chaque côté. Les poteaux sont distants
40 mètres. Ils peuvent porter en même
des lampes électriques pour l'éclairage.
s lignes d'une grande longueur, des
teurs supplémentaires, partant de la
amènent le courant en divers points du
afin de maintenir la différence de
el aussi constante que possible en tous
ts du conducteur principal. Une série de
tions ingénieuses assurent le contact
ue dans les courbes et les aiguillages.
ntact est établi par une poulie à gorge
le sur le fil, et qui est fixée à la partie
ure du tramway. Le courant descend
par les deux extrémités de la voiture
ux moteurs, et retourne par les rails et
; les rails sont sans cesse décapés par
sses en fil d'acier placées à l'avant et à
e du véhicule.
ue voiture est ordinairement munie de
noteurs, qui actionnent chacun un des
, bien qu'un seul moteur suffise en géné-
employant les deux, la voiture, chargée
ante voyageurs, peut en outre en remor-
ne autre. Les deux moteurs sont couplés
ntité.
noteur employé dans les tramways est
ie à celui décrit plus haut ; il est enroulé
, et n'a qu'une seule paire de balais, qui
charbon, d'après un procédé imaginé
nent par M. Van Depoële. Les moteurs
cés au truc, ainsi que tout le mécanisme,
e que tout est indépendant de la caisse
38). Chaque moteur est supporté par de
forts ressorts et monté à charnières d'un côté,
ce qui amortit beaucoup les chocs. L'arbre du
moteur tourne complètement noyé dans l'huile,

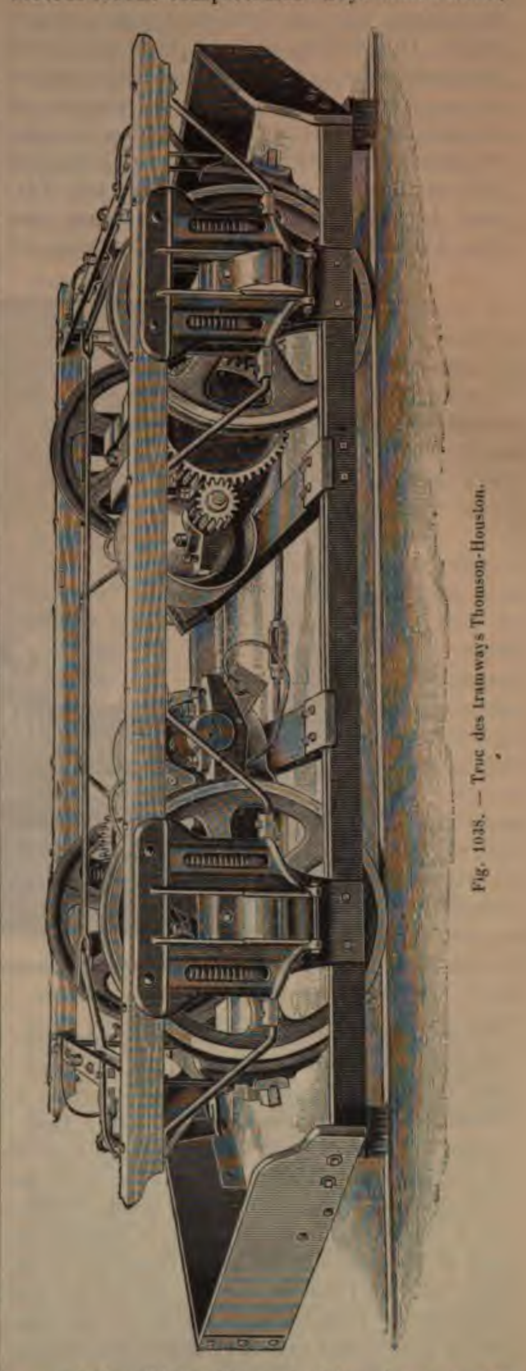


Fig. 1038. — Truc des tramways Thomson-Houston.

pour éviter l'échauffement et le grippage ; ses
coussinets sont graissés automatiquement et
protégés contre la poussière par une enveloppe.
Le mouvement de l'arbre du moteur est trans-

mis à l'essieu par un mécanisme qui le réduit dans la proportion de 13 à 1. Ce mécanisme comprend trois roues dentées, une sur l'arbre du moteur, une sur l'essieu et une intermédiaire. Afin d'éviter le bruit et d'adoucir le fonctionnement, la première roue est formée de plaques d'acier alternant avec des plaques de cuir non tanné. La roue intermédiaire, en fonte, est calée sur un arbre dont les coussinets sont fixés aux flasques du bâti du moteur, afin d'assurer le parallélisme des axes des roues dentées. Le bâti qui porte l'arbre du moteur, les engrenages et les coussinets des arbres roues dentées, est fondu d'une seule pièce.

En partant de la poulie de contact, le rant traverse un coupe-circuit fusible, un foudre E. Thomson (voy. PARATONNERRE), sert à protéger le moteur, un interrupteur mettant de mettre rapidement la voiture de circuit en cas d'accident, un inverse courant pour le changement de marche, le matures des moteurs, un rhéostat desti régler la vitesse, les inducteurs, puis il va terre par les essieux, les roues et les rails.



Fig. 1039. — Tramway électrique Thomson-Houston à Washington.

Le système Thomson-Houston a reçu de nombreuses applications en Amérique. Nous citerons la ligne d'Eckington et des Casernes, à Washington (17 octobre 1888); celle de « Cambridge Division of West End Street, » à Boston (16 février 1889), longue de 6 milles; celle de « Omaha and Council Bluffs » (29 octobre 1888), qui a une longueur de 5 milles, et traverse le pont et les quartiers les plus fréquentés de la cité; celle de Lynn et Boston, qui n'a qu'une longueur de 1 mille, mais qui passe par une courbe d'un faible rayon, et gravit une rampe escarpée; celles de « Des Moines Broad Gauge, Iowa » (20 décembre 1888), longue de 7 milles et demi; de « Third Ward Street, Syracuse, N. Y. » (29 novembre 1888); de « Riverside and Suburban Railway, à Wichita, Kan., » le min de fer suburbain de Scranton, Pa., et figure 1039 montre le tramway d'Eckington Casernes, à Washington. La ligne traver milieu d'une large avenue; le mode de su sion employé est celui à double suppor voit, au-dessus de la voiture, le bras qui la poulie de contact.

Nous signalerons enfin le tramway él que récemment inauguré (1890) entre Cler Ferrand et Royat. Cette ligne, longue de 7 mètres, dessert sept stations. L'usine Montferrand, à l'une des extrémités. Elle ferme une machine à vapeur Farcot, de 150 vaux, alimentant une dynamo Thury pôles, qui donne, à la vitesse de 375 tour

te, un courant de 300 volts et 400 ampè-
.es inducteurs sont excités par une machine
rée.

poteaux en fer de 8 mètres, espacés de
ètres, supportent le conducteur, qui est un
de cuivre de section carrée, ouvert à la
inférieure; il est formé de deux parties
lables réunies par une lame de fer, et
nues par un câble en fil d'acier de 2 cen-
res de diamètre. Dans ce tube glisse une
te de 40 centimètres de longueur, ayant l'as-
d'un chapelet de balles de bronze, dont la
ière est reliée à la voiture par un fil mé-
ue. Le retour se fait par les rails.

voitures, dépourvues d'impériale, ont
tres de longueur sur 2 mètres de largeur,
late-forme à l'avant et à l'arrière, et con-
ent cinquante personnes. Elles sont mon-
ur deux trucs à quatre roues. La récep-
commande les roues par une chaîne de
nson. Un commutateur sert pour le chan-
nt de marche, un rhéostat pour le réglage
vitesse. La ligne est à voie unique avec
ment aux stations.

s citerons enfin, pour terminer ce qui est
f à l'emploi des conducteurs aériens, l'ap-
ion de ce système dans les mines. Le sys-
Siemens fonctionne dans les mines de
nzollern. La génératrice, placée à la sur-
du sol, est actionnée par une machine à
r de 50 chevaux et donne un courant de
pères et 250 volts. Ce courant est transmis,
eux câbles de 250 mètres de longueur,
dans un puits, à deux tiges de fer en T
ndues au-dessus de la voie et soutenues
es 4 mètres par des pièces de fonte bou-
es au toit de la galerie. Chaque train a
etite locomotive électrique qui peut re-
uer 12 wagons de 900 kilogrammes cha-
t qui prend le courant au conducteur par
lissière formée de deux étriers en fer forgé
rant deux pièces de bronze qui frottent
tige de fer.

. Thomson et Houston construisent égale-
une locomotive minière qui prend le cou-
par une poulie supportée par une sorte de
e articulé, de sorte qu'on peut faire va-
a hauteur. Cette disposition supprime
ation de placer le conducteur à une hau-
onstante sur toute la longueur de la voie,
peut être difficile dans les mines.

mways alimentés par des accumulateurs.
mploi des accumulateurs fournit une so-
du problème de la traction électrique
rait très séduisante, au moins à première vue, puisqu'elle permet de supprimer toute espèce de conducteurs, souterrains ou aériens, et rend les voitures complètement indépendantes; les lignes déjà existantes peuvent servir alors à la traction électrique sans aucune modification. Mais, dans la pratique, ce système comporte plus d'un inconvénient. Les accumulateurs augmentent dans une grande proportion le poids mort des voitures, et par suite limitent la longueur du parcours. De plus on est obligé de rester assez près de l'usine pour ne pas épuiser complètement la provision d'électricité emmagasinée.

Le chargement des accumulateurs est très long et nécessite par conséquent un matériel roulant beaucoup plus nombreux qu'avec les autres systèmes. Remarquons enfin qu'on ne possède pas encore des données suffisantes pour évaluer les frais occasionnés par le renouvellement des accumulateurs, qui doivent s'user assez vite, par suite du transport et par les réparations de toutes sortes.

Les premiers essais eurent lieu à Paris, à Londres et à Bruxelles en 1883 et 1884 avec d'anciennes voitures aménagées à cet effet. La « French Electrical Power Storage C° » reprit ces tentatives à Paris en 1884, sur un tramway de la Compagnie des omnibus. 80 accumulateurs Faure, pesant 2400 kilogrammes et donnant 160 volts, actionnaient une dynamo Siemens, type D^2, qui fournissait 160 volts et 40 ampères. Cette machine était fixée au châssis de la voiture par des étriers boulonnés; son axe portait une poulie agissant sur un mouvement différentiel, pour compenser la différence de vitesse des roues d'un même essieu dans les courbes. On changeait la vitesse en faisant varier le nombre des accumulateurs en circuit. Pour changer le sens de la marche, on interrompait le circuit, on tournait les balais de la machine de 180° à l'aide d'un levier, puis on rétablissait le courant. La vitesse moyenne était de 10 kilomètres à l'heure.

En 1885, des essais analogues eurent lieu à Bruxelles sur la ligne de la rue de la Loi. 96 accumulateurs, placés sous les banquettes, actionnaient une dynamo Siemens type D^2 à courant continu; ils étaient divisés en 4 séries de 24, qu'on pouvait placer en tension. La même voiture fonctionna ensuite à l'Exposition d'Anvers. D'après M. Blanchart, le prix de la traction électrique, sur la ligne de Bruxelles, s'élevait à 0 fr. 169 par kilomètre, somme inférieure au prix de la traction par chevaux.

M. Reckenzaun a essayé à Berlin, en décem-

bre 1885, un tramway muni de 60 accumulateurs montés en tension par séries de 15 et donnant 110 à 120 volts. Deux types de moteurs étaient employés. La dépense était, dit-on, inférieure à celle de la traction par chevaux.

La même année eurent lieu les expériences de l'Exposition d'Anvers.

D'autres essais analogues eurent lieu à Hambourg avec des accumulateurs Julien. Le poids mort de la voiture proprement dite était de 3373 kilogrammes; elle portait 96 accumulateurs pesant 1200 kilogrammes et un moteur Siemens de 257 kilogrammes. Les accumulateurs étaient répartis dans 8 compartiments avec contacts à frottement. Chaque groupe était divisé lui-même en quatre parties, qu'un commutateur permettait d'accoupler. La limite extrême du parcours possible était de 60 kilomètres.

On a constaté dans ces essais que l'un des principaux avantages des accumulateurs se présente dans les rampes, où l'on peut, en changeant le groupement, proportionner le courant au travail à effectuer. Au contraire, lorsque le moteur est actionné à distance par une dynamo fixe, donnant une différence de potentiel constante, la vitesse diminue dans les rampes et une partie de l'énergie se perd sous forme de chaleur. Remarquons d'ailleurs que cet inconvénient peut être évité, comme nous l'avons vu dans le système Thomson-Houston, par l'emploi de deux moteurs associés en quantité, un seul de ces moteurs étant utilisé pour la marche en palier, et les deux dans les rampes.

Les accumulateurs Julien sont employés à Bruxelles de la place Royale à l'extrémité de la rue Belliard et de l'impasse du Parc au Rond-Point. Chaque voiture, de 32 voyageurs, porte sous les banquettes une batterie de 108 accumulateurs et pèse 8000 kilogrammes, savoir : 3350 kilogrammes pour la voiture, 650 kilogrammes pour le moteur et les organes de transmission, 1750 kilogrammes pour les accumulateurs et les tiroirs, 2250 kilogrammes pour les accumulateurs. Les accumulateurs sont divisés en 4 séries de 27 éléments, placées dans des boîtes en ébonite à 3 compartiments disposées dans un tiroir mobile à contacts automatiques. On emploie deux batteries par voiture : l'une est en chargement à l'usine, tandis que l'autre est en service. L'usine renferme 2 machines à vapeur de 60 chevaux, actionnant 4 dynamos qui donnent chacune 200 à 300 volts, avec une intensité moyenne de 30 ampères, et peuvent charger 4 batteries à la fois. La charge dure huit heures. Chaque voiture peut fournir 25 voyages par jour, soit un total d'environ 90 kilomètres. Pour remplacer une batterie épuisée, la voiture est amenée, panneaux ouverts, devant un quai ou table de chargement, sur laquelle on fait glisser les tiroirs contenant les accumulateurs, puis elle est poussée devant une autre table portant une batterie chargée. Le chargement se fait donc très facilement et n'exige que quelques minutes.

A Paris, la Société française d'accumulateurs électriques, dirigée par MM. Philippart, emploie, sur la ligne de la Madeleine à Levallois, les accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar à plaques jumelles. Chaque voiture renferme 108 accumulateurs, répartis dans 12 boîtes contenant chacune 9 éléments en tension et placées dans 4 armoires aux angles de la voiture, 4 à l'avant et 8 à l'arrière.

Le poids de cette batterie est de 1620 kilogrammes. Des contacts automatiques groupent ces caisses par trois en tension, ce qui forme 4 groupes de 27 éléments. Un commutateur très simple, formé d'un cylindre de bois garni de contacts à son pourtour, permet de coupler ces 4 groupes de 4 manières différentes, en tournant une aiguille sur un cadran. On peut ainsi assembler : 1° les 4 groupes en quantité; 2° les 4 groupes par 2 en quantité; 3° 3 groupes en tension, le quatrième en quantité avec l'un des autres; 4° les 4 groupes en tension. Enfin un commutateur auxiliaire permet de corriger le troisième couplage en effectuant une permutation, afin de répartir également le travail.

Le moteur M, placé sous l'avant de la voiture (fig. 1040), est du type Siemens. Sa vitesse normale est d'environ 1000 tours, mais il peut aller jusqu'à 1600 tours. Il commande les roues motrices par une transmission à corde sans fin et un engrenage qui réduisent la vitesse dans le rapport de 26 à 1. La corde sans fin passe sur trois poulies, celle du moteur M, le renvoi D et le tendeur T (fig. 1041). Du renvoi D aux roues motrices d'arrière, la transmission a lieu par deux chaînes de Gall G, représentées à part. Le mécanisme de renvoi permet aux roues motrices, dans les courbes, de marcher à des vitesses différentes.

La marche en arrière s'obtient à l'aide de balais doubles en forme de V. Une seule branche du V de chaque balai touche le collecteur; en faisant basculer les balais au moyen d'un levier, les branches en contact sont écartées et les deux autres viennent les remplacer à une distance angulaire de 90°.

avant-train, articulé sur une cheville ou-re O (fig. 1042) est commandé par une roue à main A, solidaire d'un pignon I, qui engrène avec un secteur denté S. Une seconde manette V

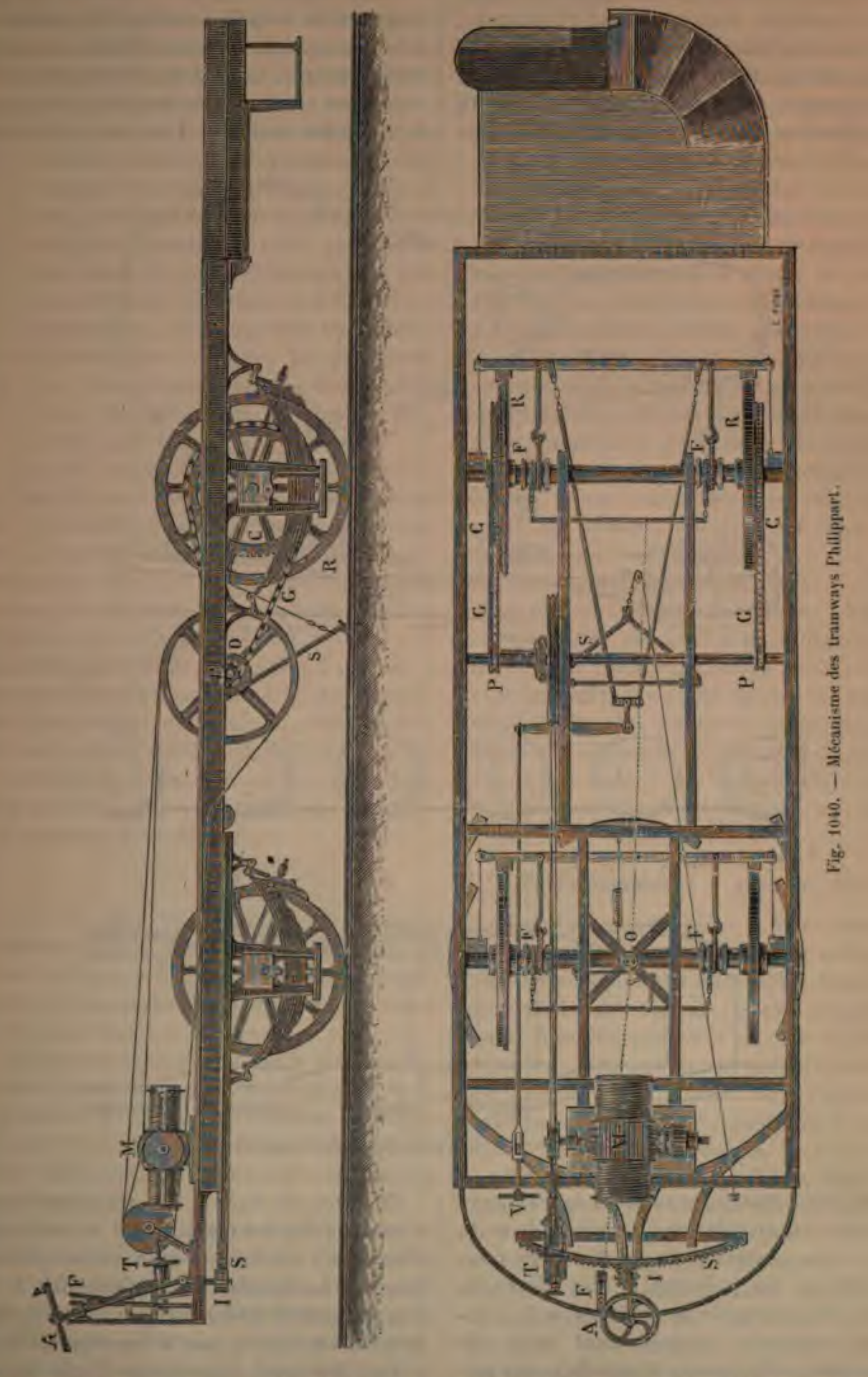


Fig. 1040. — Mécanisme des tramways Philippart.

n levier F servent à serrer les freins. La e-forme d'avant porte encore divers organes ssoires. La vitesse normale est de 11 kilomètres à l'heure, et exige, dit-on, une puissance de 4,5 chevaux (200 volts et 16 ampères) en palier, 8 chevaux (200 v. et 29 a.) sur rampe de

1 p. 100, et 11,5 chevaux (200 v. et 42 a.) sur rampe de 2 p. 100. Chaque voiture entière pèse 3500 kilogrammes et transporte 50 voyageurs.

Enfin des tramways électriques à accumulateurs viennent d'être installés à Londres, à la suite d'essais satisfaisants effectués par la London Electric Company sur la ligne Clapham-Blackfriars-Bridge. La voiture pèse environ 6500 kilogrammes et est actionnée par 78 accumulateurs placés sous les sièges. La distance de 10 kilomètres a été parcourue en une heure; mais on peut obtenir une vitesse de 18 kilomètres. Grâce à un levier spécial, la voiture peut être mise en marche et arrêtée sans la moindre secousse. Les accumulateurs peu-

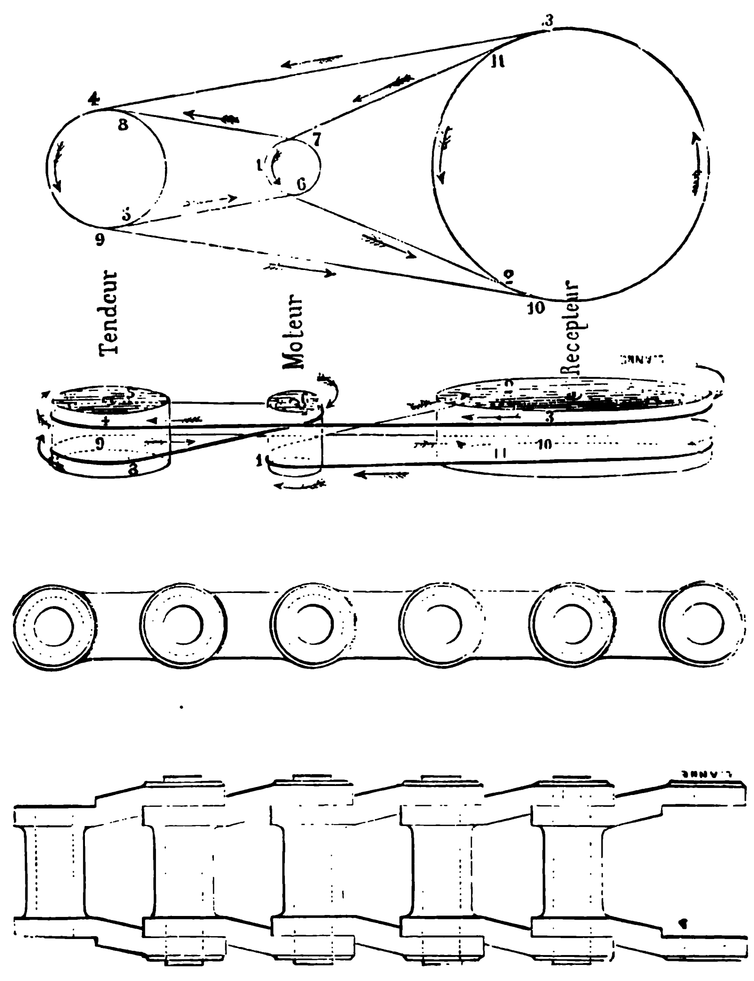


Fig. 1041. — Tramways Philippart. Détails de la transmission.

vent s'adapter à toutes les voitures de tramways actuellement en circulation à Londres, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de construire de nouvelles voitures. En présence de ces excellents résultats, la Compagnie des tramways de Londres, qui emploie journellement plus de 5000 chevaux, a l'intention d'introduire des voitures électriques sur tout son réseau, ce qui lui permettra de réaliser une économie annuelle de 600 à 700000 francs.

Une seconde ligne a été créée à Barking, il y a environ dix-huit mois. Elle a une longueur d'environ 1,5 kilom. et est desservie par six voitures à accumulateurs entretenues à forfait par la *General Electric Power and Traction C°*, moyennant 0,25 fr. par kilomètre-voiture.

Une troisième ligne vient d'être installée à Birmingham par la *Birmingham Central Tramway C°*. Elle a 5 kilomètres de longueur et emploie des accumulateurs EPS, au nombre

96 par voiture. Il y a douze voitures, pouvant porter chacune cinquante personnes. Un commutateur permet de relier les éléments en tension ou en quantité. Chaque voiture porte un moteur Elwell Parker enroulé en série, faisant 140 tours à la vitesse normale, et pouvant atteindre 700 tours.

Chaque voiture est éclairée le soir par deux lampes à incandescence de 16 bougies. L'usine pour la charge des accumulateurs, située à Bournbrook, contient deux dynamos Parker à courant continu, faisant 540 tours et donnant 500 ampères sous 120 volts. Ces machines sont alimentées par deux moteurs de 100 chevaux sans condensation ; elles servent en outre à éclairer l'usine et à actionner les machines-outils. Pour charger une batterie d'accumulateurs, il faut un courant de 35 ampères pendant 10 heures environ.

En résumé, les systèmes de tramways électriques actuellement en usage sont fort nombreux, mais il faut que les essais persistent encore un certain temps pour qu'on puisse apprécier leurs avantages respectifs et leur prix de revient. Cependant ce prix paraît inférieur à celui de la traction par chevaux.

TRANSFORMATEUR. — Appareil destiné à transformer les deux facteurs de l'énergie électrique. Étant donné un courant primaire d'un certain nombre de volts et d'ampères E et I, on peut le transformer en un courant secondaire correspondant à d'autres nombres E' et I'. Théoriquement on doit avoir

$$EI = E'I'.$$

Mais, dans la pratique, comme il y a toujours une certaine perte d'énergie, le produit E'I' est toujours inférieur à E I. Le but des transformateurs est de modifier les deux facteurs de ce produit d'une façon avantageuse.

La bobine de Ruhmkorff est le plus ancien des transformateurs : elle transforme un courant primaire de grande intensité et de faible force électromotrice en un courant secondaire de force électromotrice élevée et n'ayant qu'une faible intensité.

Inversement les transformateurs employés dans l'industrie ont pour but de diminuer la force électromotrice et d'augmenter l'intensité, afin de diminuer les frais d'établissement de la ligne. L'exemple suivant, emprunté à M. H. Fontaine, fera bien comprendre leur utilité. Supposons qu'on veuille alimenter dans un circuit 500 lampes exigeant chacune 1 ampère et 100 volts, la dynamo étant placée à 500 mètres des lampes. En plaçant les lampes sur le circuit primaire, le parcours de 1000 mètres donnera par exemple une perte de 10 volts. La résistance du conducteur sera 0,02 ohm, sa section 833 millimètres carrés, son poids 75 tonnes et son prix environ 200000 francs. En employant des transformateurs, on peut amener la même puissance électrique au centre du groupe avec un courant de 50 ampères sous 1000 volts, que l'on transforme ensuite en un courant secondaire de 500 ampères sous 100 volts. Si l'on admet la même perte que dans le premier cas, le conducteur donnera une chute de potentiel de 100 volts ; sa résistance sera 2 ohms, sa section 8,33 millimètres carrés, son poids 750 kilogrammes et son prix environ 2250 francs. Nous avons négligé la perte due au transformateur, notre exemple ayant seulement pour but de faire comprendre l'utilité de ces appareils. En employant plusieurs transformateurs, le même circuit pourra alimenter des récepteurs exigeant un nombre différent de volts et d'ampères.

Les transformateurs peuvent se diviser en deux classes : les uns donnent en effet un courant continu, qui peut être utilisé non seulement pour l'éclairage, mais pour l'électrolyse et pour toutes les applications ; ils ont l'inconvénient d'exiger l'emploi de pièces mobiles, telles que collecteur, balais, etc. Les autres sont, comme la bobine de Ruhmkorff, entièrement composés de pièces fixes, mais ils donnent des courants alternatifs.

Transformateurs à courant continu.

Transformateur Gramme. — M. Gramme a imaginé en 1874 un transformateur composé d'un anneau portant deux séries de bobines, l'une à gros fil, l'autre à fil fin, et tournant devant les pôles d'un aimant ou d'un électro-aimant. En faisant passer un courant dans l'une des séries de bobines, on produisait dans l'autre un courant secondaire, et l'on modifiait à volonté les deux facteurs de l'énergie. M. Gramme s'est également servi de deux bobines, l'une à fil fin, l'autre à gros fil, montées sur le même arbre.

Robinet électrique de Cabanellas. — Sous le nom de *robinet électrique*, M. Cabanellas a proposé, en 1880, le système suivant. Supposons deux anneaux A et B, par exemple du système Gramme, concentriques et portant des fils de diamètre différent. Les balais de l'anneau intérieur A sont reliés à la distribution générale, ceux de B au circuit secondaire. Les deux anneaux restant complètement immobiles, on fait

tourner, par un procédé quelconque, les deux paires de balais à la même vitesse. Par suite de cette rotation, les pôles tournent dans l'anneau inducteur A, et des courants induits, se produisant dans l'anneau B, traversent le circuit secondaire. Suivant le mode d'enroulement de l'anneau B, on pourra recueillir un courant continu ou des courants alternatifs. Il n'est pas nécessaire d'employer des anneaux Gramme : la disposition et la forme peuvent être quelconques. L'énergie nécessaire pour faire tourner les balais sera empruntée à une dérivation du courant inducteur; cette dépense sera faible, les anneaux restant immobiles.

Transformateur Paris et Scott. — Cet appareil est désigné en Angleterre, ainsi que les deux suivants, sous le nom de *moteur générateur*. Les deux fils, primaire et secondaire, sont enroulés sur un même anneau, qui tourne devant les électro-aimants, excités par une dérivation du circuit secondaire. Cependant, pour produire le démarrage, ces électros portent en outre quelques tours du fil inducteur. Le nombre des tours du circuit primaire est quatre fois plus grand que celui du circuit secondaire, mais la section du premier fil est trois fois plus faible que celle du second. Des expériences faites à Newcastle en 1887 ont montré que le rendement commercial était de 86 p. 100.

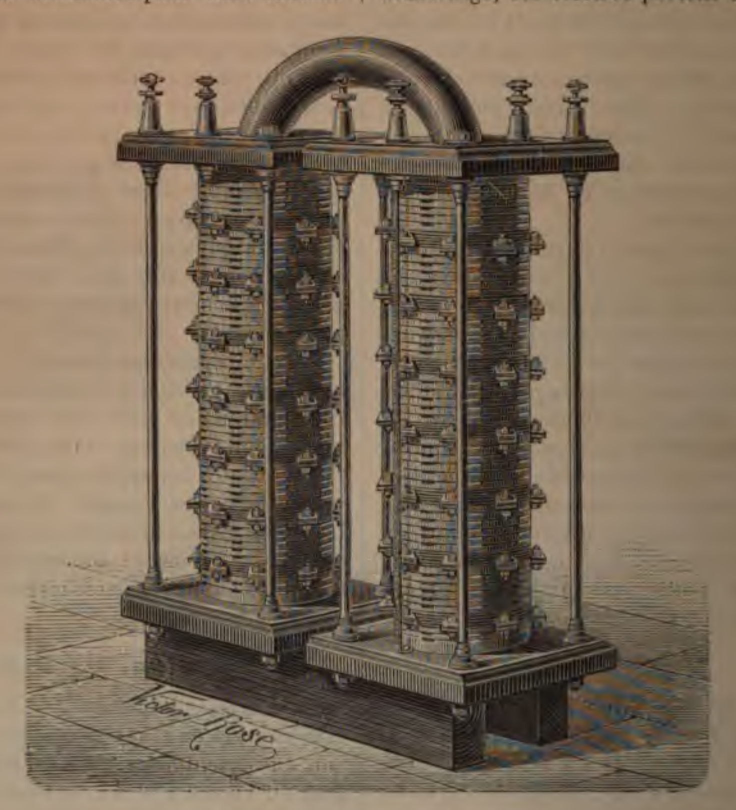


Fig. 1042. — Transformateur Gaulard et Gibbs.

Transformateur Jehl et Rupp. — Les deux circuits sont fixes, et les balais tournent seuls, comme dans le système Cabanellas. Le fil primaire est enroulé sur un anneau, le fil secondaire sur un tambour Siemens, qui remplit complètement le vide de l'anneau.

Transformateurs Edison. — M. Edison a imaginé plusieurs modèles de transformateurs à courant continu, et formés, soit d'anneaux Gramme à double enroulement, soit de bobines primaires et secondaires enroulées par paires sur des anneaux de fer doux. Dans ce cas, les balais primaires tournent autour des collecteurs, et le courant primaire change de sens deux fois par tour dans chaque bobine. Les balais secondaires sont fixes.

Transformateurs à courants alternatifs.

Transformateurs Jablochkoff et Bright. —

M. Jablochkoff a imaginé en 1876 le premier transformateur à courants alternatifs. Sir Charles Bright fit breveter en Angleterre en 1878 un appareil analogue.

Transformateur Gaulard et Gibbs. — Cet appareil, désigné improprement par les inventeurs sous le nom de *générateur secondaire*, a réalisé la première forme pratique des transformateurs à courants alternatifs, et a été le premier appliqué dans l'industrie.

Les bobines primaire et secondaire sont constituées par des disques en cuivre de 9 centimètres de diamètre et 0,25 millimètre d'épaisseur. Toutes ces rondelles sont percées d'un trou central de 2 centimètres de diamètre; elles sont superposées et isolées par un vernis à la gomme laque et des feuilles de papier parcheminé. De plus elles sont fendues suivant un rayon et portent, de chaque côté de la fente, deux appendices qui servent à les réunir en tension de deux en deux. L'un des groupes ainsi constitués appartient au circuit primaire, l'autre au circuit secondaire. L'appareil comprend un certain nombre de colonnes ainsi formées. Le vide ménagé au centre de chacune d'elles reçoit un tube isolant qui les maintient, et dans lequel se place un noyau de fils de fer doux, qu'on enfonce plus ou moins, à l'aide d'une vis

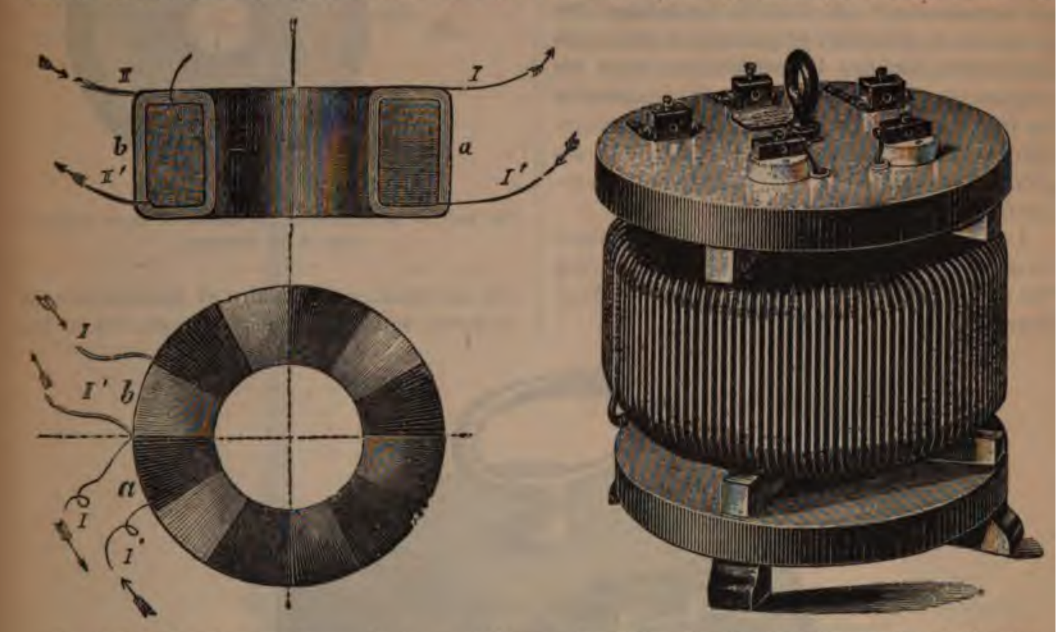


Fig. 1043. — Transformateur Zipernowsky à noyau intérieur. Fig. 1044. — Transformateur Zipernowski avec bâti en bois. (Ganz et Cie, Budapest.)

latérale, suivant les effets qu'on veut obtenir. Dans les modèles les plus récents (fig. 1042), les noyaux de deux colonnes voisines sont réunis aux deux extrémités, de façon à former un circuit magnétique fermé, et à rendre maximum l'induction produite par ce noyau. Les différentes colonnes primaires sont toutes réunies en série; les colonnes secondaires peuvent être groupées en tension ou en quantité, suivant les effets qu'on se propose. Le courant primaire est fourni par une dynamo à courants alternatifs. Les piles de disques, qui ont d'ordinaire 60 centimètres de hauteur, sont placées sur un socle de bois et recouvertes d'une tablette de bois, soutenue par quatre colonnes de même substance. A la partie supérieure se trouvent les bornes des deux circuits et un interrupteur qui permet de faire passer le courant primaire ou de mettre l'appareil hors circuit. Un commutateur à fiches, disposé latéralement sur une planchette en ébonite, sert à grouper les différentes hélices secondaires.

Dans des expériences effectuées en 1885, à l'exposition de Turin, M. Galileo Ferrraris a trouvé que le rendement, c'est-à-dire le rapport $\frac{E'I'}{EI}$, est égal à 92 p. 100; M. Hopkinson a trouvé 89 p. 100.

Transformateur Zipernowsky, Déri et Blathy. — Ce transformateur présente une forme analogue à celle de l'anneau Gramme. Sur un noyau, composé de fils de fer doux circulaires, s'en-

roulent parallèlement le fil inducteur et le fil induit (fig. 1043). Il y a cependant cette différence que, dans le transformateur, le courant circule simultanément dans le même sens autour du noyau dans les deux enroulements, de sorte qu'il ne s'y produit pas de pôle magnétique libre, tandis que l'anneau de Gramme en possède deux ou plus.

Le noyau peut dans ce cas être formé soit de fils, soit de bandes de fer minces et plates, enroulées de champ ou à plat. On peut employer également des bandes assez larges pour qu'un seul élément suffise à la construction du noyau ou des plaques annulaires découpées et superposées ; on évite la production des courants de Foucault en pratiquant dans cette bande des entailles longitudinales. Dans les noyaux plus grands, on facilite la construction en formant chaque plaque de deux ou plusieurs parties, mais on les place de façon que les joints ne se trouvent pas exactement superposés.

Les fils, bandes ou plaques qui composent le noyau sont isolés les uns des autres, suivant les cas, par un guipage ou par du papier, de la laque ou un tissu.

Dans ce modèle, le noyau est entièrement o[u] presque entièrement recouvert de fil de cuivre

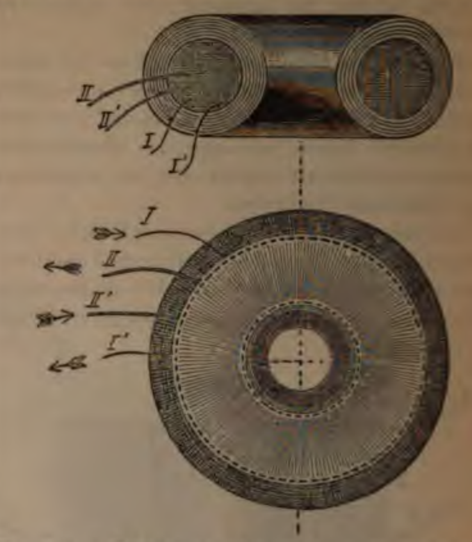
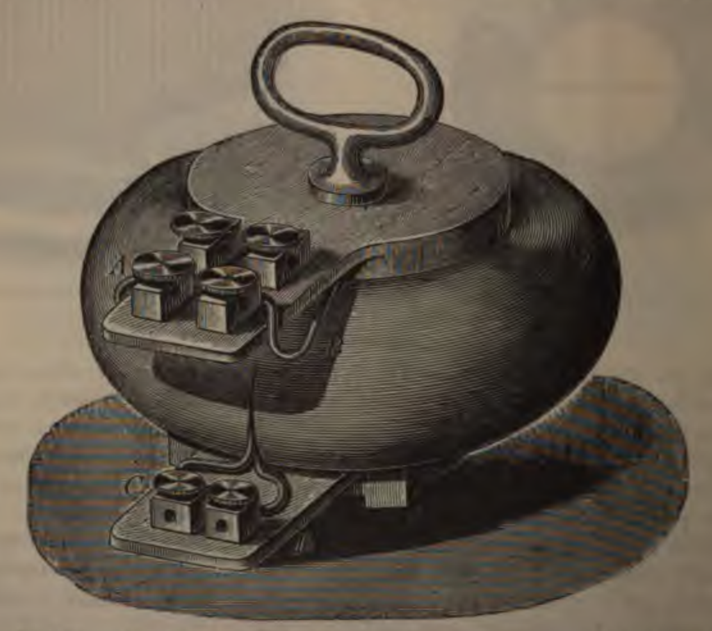


Fig. 1045. — Transformateur Zipernowsky à noyau extérieur (Ganz et Cie, Budapest.)

Les enroulements primaire et secondaire son[t] disposés soit en couches séparées, soit en bo-


Fig. 1046. — Aspect extérieur du transformateur Zipernowsky. (Ganz et Cie, Budapest.)

bines qui alternent et qui ont la forme de secteurs, ainsi que le montre la figure 1043. La figure 1044 montre un transformateur du premier système, dans lequel le noyau de fer est entouré d'abord par le circuit primaire, puis par le circuit secondaire et enfin introduit dans un bâti en bois. Le plus souvent on préfère employer un bâti en fer de même forme.

L'appareil d'induction est alors monté sur



Fig. 1047. — Colonne en fonte pour transformateur Zipernowsky. (Ganz et Cie, Budapest.)

forts crochets en bois bien vernis et le tout t posé entre deux disques de fer circulaires, de telle façon que le noyau ni les deux enroulements ne puissent toucher en aucun point les parties métalliques du support.

Sur l'un des disques de fer du support se trouvent scellés trois pieds servant à soutenir l'appareil; l'autre disque porte les deux bornes primaires et trois bornes secondaires. La borne secondaire médiane sert à obtenir une dérivation de tension moitié moindre, pour intercaler des lampes à arc.

Ces lampes en effet n'exigent que 50 volts, et les transformateurs donnent une différence de potentiel d'environ 100 volts. On peut rendre ainsi tous les régulateurs complètement indépendants, et l'on évite l'inconvénient de les associer par deux en série, ce qui oblige à en employer toujours un nombre pair et à les allumer ou à les éteindre par deux.

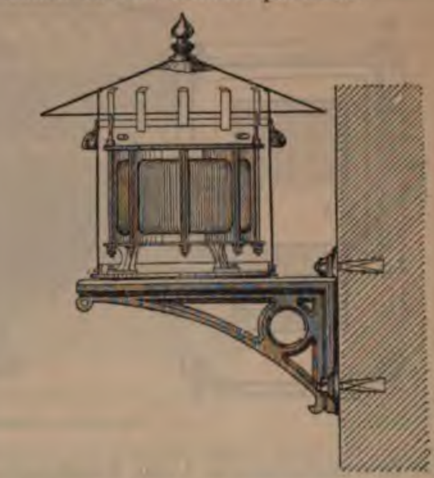


Fig. 1048. — Console pour transformateur Zipernowsky. (Ganz et Cie, Budapest.)

Le diamètre des deux disques de fer est assez grand pour que le transformateur puisse rouler par terre sans être endommagé. Deux poignées en fer rendent le transport facile.

Dans un autre modèle, les deux circuits sont au contraire enroulés en un cercle, qui est d'abord entouré d'une enveloppe isolante, puis bobiné avec du fil de fer fin et isolé (fig. 1045). L'appareil présente alors la forme d'un anneau, et les extrémités des deux circuits sortent par une fente ménagée dans l'enveloppe de fer.

Au lieu de fil isolé, l'enveloppe magnétique peut être formée de plaques de fer disposées perpendiculairement aux fils de cuivre, de façon à empêcher les courants de Foucault, tout en laissant un libre développement aux lignes de force magnétiques. La fig. 1046 montre l'aspect extérieur de ce modèle. Cette disposi-

tion se construit aussi en forme de caisses en constituant le noyau par des plaques de fer perforées, en forme de E, séparées par des feuilles isolantes.

Le transformateur Zipernowsky ne diffère pas seulement du précédent par la construction et la forme extérieure : le point le plus important du système consiste dans la liaison de l'appareil avec la dynamo génératrice. Le transformateur est monté en dérivation entre les deux bornes de la machine ou entre deux points du circuit principal, et l'on rend constante la différence de potentiel aux bornes, soit en introduisant des résistances dans le circuit excitateur, soit en compoundant cette machine à l'aide d'un petit transformateur nommé *compensateur*, qui reçoit le courant principal et envoie son courant secondaire dans le circuit excitateur de la machine.

L'installation de ces transformateurs se fait de différentes manières, suivant les cas, mais toujours de façon à les rendre inaccessibles à toute personne étrangère au service.

Pour les lignes aériennes, ils sont enfermés dans des boîtes et placés soit au sommet de colonnes en fonte semblables aux candélabres à gaz (fig. 1047), soit sur des consoles fixées contre les murs extérieurs des maisons (fig. 1048), soit enfin dans des placards fermés qu'on dispose à l'intérieur des maisons, généralement dans les greniers.

Pour les lignes souterraines, on peut les enfermer dans des caisses appropriées, placées dans le sol, auprès des colonnes qui supportent les lampes, ou bien dans la cave des maisons à éclairer. Dans le premier cas, la colonne peut former un tuyau creux, servant à la ven-

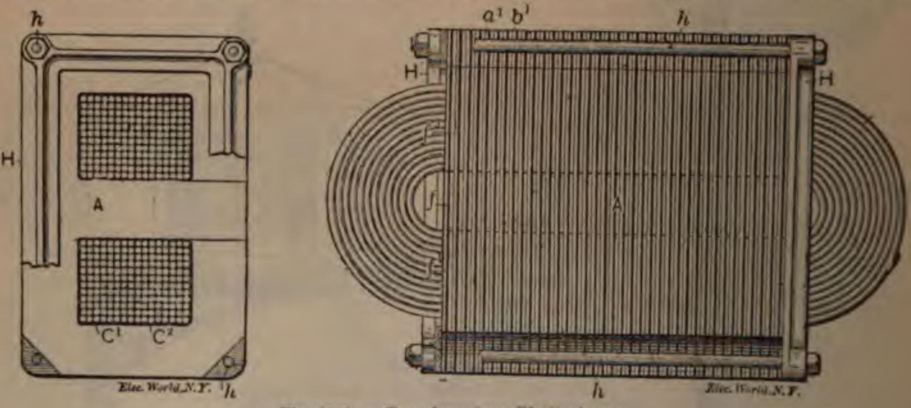


Fig. 1049. — Transformateur Westinghouse.

tilation du transformateur. L'eau d'infiltration est déversée dans un canal creusé à cet effet et ne peut pas pénétrer jusqu'à l'appareil.

M. Ferraris a trouvé que le rendement des transformateurs Zipernowsky est un peu supérieur à celui des transformateurs Gaulard.

Transformateur Westinghouse. — Dans les transformateurs de la « Westinghouse electric C° », combinés par MM. Schmidt et Stanley, les bobines primaire et secondaire sont placées côte à côte et entourées par une enveloppe de fer doux qui sert à concentrer les lignes de force (fig. 1049). Cette carcasse est constituée par une série de plaques de tôle très minces, isolées les unes des autres par des feuilles de papier verni. Ces plaques, découpées à l'emporte-pièce, sont ensuite fendues pour qu'on puisse les mettre en place; puis on les maintient à l'aide de deux plate-formes en fonte H, disposées aux extrémités du transformateur et retenues par quatre boulons *h*. L'appareil est renfermé dans une boîte en fonte bien close, et les bornes des deux circuits se trouvent dans deux chambres séparées qui contiennent aussi les coupe-circuits et les manchons de connexion.

Transformateur Ferranti. — Cet appareil est disposé en vue de rendre la construction et les réparations aussi faciles que possibles. Le circuit primaire est constitué par une série de bobines rectangulaires disposées parallèlement et formant une sorte de cylindre creux, dans lequel viennent se loger les bobines induites à fil fin. On voit sur la coupe la disposition et les extrémités de ces enroulements (fig. 1050). Dans l'espace qui reste au centre des doubles bobines, on introduit plusieurs séries de lames de tôle qu'on recourbe moitié par dessus, moitié par dessous l'enroulement, de façon que leurs extrémités se touchent : on constitue ainsi un circuit magnétique fermé qui entoure les bobines. Le tout est maintenu par une sorte de châssis en bois

osé de deux parties formant l'une le socle, e le couvercle de l'appareil. En cas d'acci- il suffit de quelques minutes pour démonter le transformateur, retirer les bandes de tôle et remplacer la bobine défectueuse. Le modèle courant fonctionne avec une force électromo-

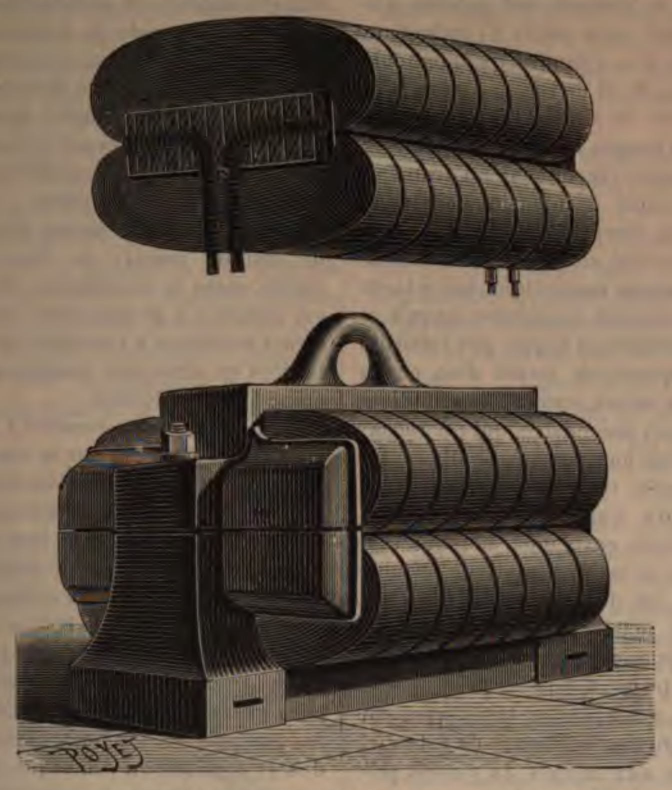


Fig. 1050. — Vue d'ensemble et détails du transformateur Ferranti.

de 2400 volts et fournit 100 volts aux s du circuit secondaire.

nsformateur Swinburne. — Dans cet appa- qui figurait à l'Exposition d'Edimbourg, ur a cherché à rendre le circuit magné- aussi léger que possible. La carcasse est e de deux lames de bronze rectangulaires es d'une seule pièce et portant des oreilles raversent quatre tiges métalliques, qui iennent à l'aide de boulons un disque de placé à la partie supérieure (fig. 1051). carcasse supporte en outre deux joues en te, destinées à limiter l'enroulement du s quatre dièdres formés par les deux de bronze reçoivent des bottes de fil de s fin et bien recuit, autour duquel on en- d'abord un ruban isolant, puis le fil se- ire, qu'on recouvre d'une feuille d'ébonite, in le circuit primaire. Les extrémités du sont ensuite épanouies et taillées en sphères, disposition qui a valu à l'appa- e nom de *hedgehog* (hérisson). Le transformateur est ensuite placé dans un vase en terre vernie.



Fig. 1051. — Transformateur Swinburne.

Autres transformateurs. — Il existe beaucoup d'autres transformateurs, mais un petit nombre

seulement sont entrés dans la pratique.

Le transformateur Kennedy est formé d'un anneau Pacinotti : un noyau de fer en double T, analogue à celui de Siemens, est entouré d'abord par le fil induit, puis par le fil inducteur. Le tout a la forme d'un cylindre, qu'on entoure d'une forte couche de fil de fer.

Le transformateur de M. Diehl se place dans la base même des lampes à incandescence.

M. Tesla a imaginé récemment un transformateur qui fonctionne à intensité constante, quelle que soit sa charge. Ce résultat est obtenu par l'interposition entre les deux circuits de l'appareil d'un écran magnétique, qui retarde la production du courant secondaire jusqu'à ce que le courant primaire ait acquis une intensité déterminée. L'appareil est formé d'un noyau de fil de fer doux recuit, entouré longitudinalement par le circuit secondaire, qui est recouvert à son tour par une couche de fil de fer doux recuit, enroulé transversalement. L'enroulement primaire, qui est longitudinal, est placé par dessus cette enveloppe. Lorsque l'intensité du courant primaire atteint une certaine valeur, l'écran de fer doux se trouve saturé et cesse de garantir le circuit secondaire, dans lequel se développe alors le courant induit (Voy. *Lumière électrique*, 6 sept. 1890).

M. E. Thomson a combiné un transformateur qui, en maintenant une différence de potentiel efficace constante aux bornes du circuit primaire, produit dans le fil secondaire une intensité efficace sensiblement constante, même pour de très grandes variations de résistance de ce circuit, la force électromotrice croissant avec la résistance. Le circuit magnétique de cet appareil est formé de trois noyaux, dont deux traversent les circuits primaire et secondaire; le troisième réunit les deux premiers, en établissant une dérivation, qu'on peut d'ailleurs faire varier à l'aide d'une autre pièce de fer doux. C'est l'établissement de cette dérivation qui permet de rendre l'intensité constante.

Distribution d'énergie par les transformateurs. — Lorsqu'on fait usage de transformateurs, on peut employer la distribution en série, en dérivation, ou un montage mixte.

Dans le premier système, les transformateurs sont placés en série sur le circuit primaire, et les récepteurs, lampes ou autres appareils, sont disposés de la même manière sur le fil induit. Cette disposition convient aux lampes à arc; elle est économique et donne de bons résultats. Pour les lampes à incandescence, elles

doivent alors être choisies à faible rési
comme celles de M. Bernstein.

Le second système consiste à mont
transformateurs en dérivation sur les c
teurs principaux de la dynamo. Chacun
fonctionne alors comme une dynamo com
et donne une différence de potentiel con
M. Kennedy évite l'emploi de machines
haute tension en élevant d'abord cette t
à l'aide d'un premier transformateur, qu
le courant d'une dynamo à faible po
dans son circuit le moins résistant, et
un courant induit, de force électrom
élevée, dans la canalisation. M. Gisbert
est parvenu à grouper sans inconvénien
sieurs machines à courants alternatifs à
tension en série pour remplacer une seu
chine à haut potentiel.

Le montage mixte consiste à placer les
formateurs en série sur le circuit prim
les récepteurs en dérivation sur le fil ind
différence de potentiel aux bornes de ce d
doit rester constante; il faut donc rem
chaque lampe éteinte par une résistance
valente. Au lieu d'une résistance métalli
vaut mieux mettre une bobine à self-indu
considérable, qui empêche le passage de
rants alternatifs par la force contre-élect
trice qu'ils créent; la perte d'énergie est
insignifiante. Ce système, indiqué par M.
don et appliqué en Amérique par M. E. T
son, donne une grande économie dans l'ét
sement des conducteurs.

M. G. Kapp emploie les transform
comme régulateurs. La bobine secondaire
petit transformateur est divisée en plu
sections dont les extrémités communi
avec les touches d'un commutateur à ma
qui permet de les intercaler à volonté d
circuit. Une partie de ces sections conc
augmenter la force électromotrice; les
sont montées en sens contraire, de faço
diminuer. Chaque section introduite aug
ou diminue la force électromotrice d'une
tité fixe, 2 volts par exemple.

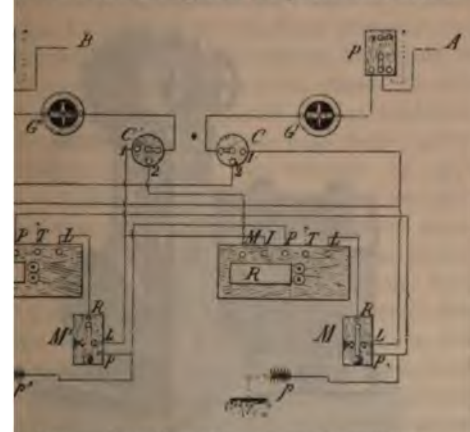
TRANSLATEUR. — Relais télégraphiqu
posé non au poste d'arrivée, mais dans un
intermédiaire, de façon à envoyer le c
de la pile de ce poste dans le récepteur d
reau d'arrivée. Exemple : on veut trans
du poste A à un poste B très éloigné; un
est installé en un poste intermédiaire
manipulateur de A envoie le courant d
relais de C, et les mouvements de ce
servent à lancer le courant de C dans le r

de B, pour reproduire les signaux expédiés
A. (Voy. TRANSLATION.)

anslateur ou **Répétiteur phonique**. — Com-
ison de bobines d'induction employée dans
ystème anti-inducteur de M. Van Ryssel-
he pour la télégraphie et la téléphonie si-
anées. (Voy. TÉLÉPHONIE.)

ANSLATION. — Procédé de transmission
raphique employé sur les lignes d'une très
de longueur, et qui consiste dans l'emploi
relais, appelé *translateur*, qu'on place à
station intermédiaire.

peut réaliser la translation avec tous les
reils télégraphiques qui possèdent un élec-
imant et une armature mobile. Nous don-
ns comme exemple l'installation d'un poste
e, disposé pour la translation entre deux
s A et B, non figurés. Le poste doit conte-



g. 1052. — Poste Morse disposé pour la translation.

alors deux appareils complets L, M, et
' (fig. 1052) et deux piles *pp'*.

s récepteurs sont alors légèrement modi-
La colonne placée en arrière de l'électro-
nt, qui supporte les vis de buttée de la
te, est divisée en deux parties, séparées
de l'autre, de sorte que les deux vis soient
s. Cette colonne ainsi modifiée est appe-
lonne de translation. De plus, chacun de
écepteurs porte cinq bornes, marquées des
s M, I, P, T, L. Les bornes L et T commu-
nt, comme d'ordinaire, avec l'entrée et
tie de l'électro-aimant. La borne M est
au massif de l'appareil et par suite à la
e ; les bornes I et P sont en rapport, la
ière avec la vis supérieure de la colonne
nslation, la seconde avec la vis inférieure.
ulte de là que tout courant entrant par M
ar I si la palette est au repos, par P si elle
tirée, et réciproquement.

Les bornes L des manipulateurs communiquent comme d'ordinaire avec les lignes A et B par l'intermédiaire des bornes 1 des commutateurs ronds CC', des galvanomètres GG' et des paratonnerres PP'. Les bornes 2 des commutateurs reçoivent le fil qui provient de la borne M du récepteur opposé. Les manettes sont reliées aux lignes A et B.

Le poste est sur translation lorsque les manettes des commutateurs sont sur les bornes 2. Un courant venant de A traverse PGC et arrive à la borne M de R' ; la palette étant au repos, il sort par la vis supérieure et la borne I, arrive à la borne L du manipulateur M, s'échappe par la borne R, traverse l'électro-aimant du récepteur R et va au sol par LT. Sous l'action de ce courant, la palette de R est attirée et vient toucher la vis inférieure, qui communique par la borne P avec la pile *p'* : par suite le courant de cette pile traverse la palette, le massif du récepteur R, la borne M, la borne 2 de C', puis G', P', et va sur la ligne 2 actionner le récepteur du poste extrême. Lorsque le courant de A s'interrompt, celui de la pile *p'* est interrompu en même temps. Le récepteur du poste B recevra donc les mêmes signaux que s'il était en communication directe avec le poste A.

Lorsque B transmet, tout se passe de même : le récepteur R' est mis en mouvement et envoie sur la ligne A le courant de la pile *p*.

Pour communiquer directement avec les postes A et B, le poste intermédiaire que nous considérons doit mettre ses commutateurs sur les bornes 1. La ligne A est alors reliée avec la pile *p*, le manipulateur M et le récepteur R, suivant le mode habituel de communication ; il en est de même pour l'autre appareil et la ligne B.

On peut remarquer que, dans la translation, la pile *p'* communique avec le récepteur R et la pile *p* avec le récepteur R'. Cette transposition n'est pas indifférente : elle a pour but de faire desservir toujours la même ligne par la même pile, soit pour la translation, soit pour la communication avec le poste intermédiaire ; ainsi la pile *p* est toujours affectée à la ligne A, la pile *p'* à la ligne B. Sans cette précaution, on serait obligé de modifier le réglage des récepteurs, suivant que le poste intermédiaire communique avec les postes extrêmes ou les établit en translation, parce que, les lignes A et B pouvant avoir des résistances très différentes, il peut se faire que les piles *p* et *p'* soient composées d'un nombre d'éléments très inégal.

Le contact de la palette attirée avec la vis

inférieure de la colonne de translation doit être parfaitement assuré, sans quoi la translation ne se ferait pas; il faut donc éviter que le couteau vienne frapper la molette sans que l'extrémité postérieure du levier vienne toucher en même temps la vis inférieure. Dans ce but, les appareils bien installés portent, sur la platine antérieure, une petite clef à l'aide de laquelle on soulève la molette, de sorte que le couteau ne peut plus la toucher; la palette possède alors toute sa liberté d'action.

Le plus souvent, on préfère employer comme translateurs des appareils spéciaux. Les relais décrits plus haut peuvent servir à cet usage. Il existe un grand nombre d'autres appareils, tels que ceux de MM. Froment, Mouilleron et Bourbon, Boivin, Dutertre, Héquet, d'Arlincourt et Cazésus, Jaite, etc.

Le Post-Office emploie un appareil qui permet en même temps la transmission avec des courants de sens différents, ainsi que l'exige le télégraphe automatique de Wheatstone, et qui fonctionne avec une précision remarquable.

TRANSMISSION. — Disposition employée pour transmettre le mouvement d'une machine à vapeur ou d'un moteur quelconque aux appareils qu'on veut actionner. La commande des dynamos présente quelques difficultés, car l'armature doit avoir ordinairement une grande vitesse circonférentielle. On est donc obligé, si l'on ne veut pas leur donner des dimensions trop considérables, ce qui ne manque pas d'inconvénients, de leur communiquer des vitesses angulaires très grandes, telles que 1000 tours par minute et même davantage.

Or les machines à vapeur employées dans les ateliers ne font pas ordinairement plus de 100 tours. On peut, il est vrai, augmenter ce chiffre lorsque l'on installe des moteurs spécialement destinés à la commande des dynamos, mais c'est toujours aux dépens du rendement; en outre, si la machine doit se prêter en même temps à d'autres services ou si l'on veut utiliser un moteur déjà installé, on n'a plus cette ressource.

Nous croyons utile de résumer ici les différents modes de trasmission qui peuvent être appliqués aux dynamos. On emploie le plus souvent la transmission par courroie : pour augmenter la vitesse dans le rapport de 18 à 1, il faut généralement se servir d'une transmission intermédiaire, pour éviter d'avoir des poulies d'un diamètre exagéré. Il faut de plus opérer une tension assez grande sur la courroie pour produire l'adhérence nécessaire à l'entraînement; c'est dans ce but qu'on monte
vent les dynamos sur des glissières (*Voy*
CHINES D'INDUCTION), afin qu'on puisse é
plus ou moins leur poulie de la poulie mo
Mais cette tension exagérée n'est pas sa
convénient. Elle détériore en peu de tem
courroies, fatigue les arbres de transmiss
use rapidement les coussinets de la dyna
de la transmission, si la poulie est entr
liers; si elle est hors palier, en porte à fa
système a de plus le défaut de tendre à fa
l'arbre de la dynamo. Dans tous les cas, la
sion des arbres sur leurs supports absor
travail inutilement. Enfin cette dispos
exige beaucoup de place, ce qui est un
défaut dans les villes.

On a remédié à ce dernier inconvénien
faisant conduire les dynamos par des po



Fig. 1053. — Dynamo Brown accouplée directement
moteur.

de friction tangentielle, agissant sur de
lets en papier ou garnis de caoutchouc;
faut alors une pression considérable au
de contact. Dans les usines spéciales d'é
cité, on atténue les autres défauts en empl
des moteurs à grande vitesse, en se serva
volant comme poulie, ce qui supprime la
mission intermédiaire; mais il reste tou
la fatigue des organes.

Une autre solution consiste à faire com
der directement les dynamos par les mo
auxquels elles sont reliées par des man
d'accouplement rendus solidaires au moy
ressorts en caoutchouc. Ce système s'i
toutes les fois qu'on ne peut disposer qu
espace très restreint, par exemple sur le
vires. Nous en avons donné plusieurs exe
au mot ÉCLAIRAGE. La figure 1053 montre u

Brown de 400 ampères et 65 volts accou-
irectement avec une machine à vapeur
chevaux.

e machine servait à l'éclairage d'une par-
la Galerie des Machines à l'Exposition
selle de 1889; on avait réduit sa marche
on à ne lui faire produire que 65 volts.

mode de transmission oblige à réduire
esse de la dynamo et par suite à lui
r des dimensions considérables, tandis
augmente celle du moteur, ce qui en di-
le rendement.

s citerons pour terminer un mode de
nission imaginé par M. Hamon et qui nous
satisfaire à tous les desiderata. Dans ce
ne, l'arbre du moteur porte un plateau
e qui tourne avec lui. Un second plateau
e extérieur, de même sommet que le
er, tourne follement sur l'arbre et en sens
e. La rotation de ces deux plateaux en-
un cône en papier, calé sur l'arbre de la
o et pris entre les deux cônes. On voit
n modifiant le diamètre des plateaux
cône de papier, on peut faire varier
nent le rapport des vitesses. Le sys-
les deux plateaux peut recevoir un cône
aque côté et par suite actionner deux
os, dont les axes, placés dans le même
horizontal que l'arbre du moteur, font
ui des angles égaux à la moyenne des
générateurs des plateaux coniques. On
t qu'on peut installer sur chaque bout
rbre une et même deux transmissions
ables, ce qui permet de faire commander
et même huit dynamos par le même
r.

ystème occupe peu de place et nous pa-
iter les inconvénients de ceux qui pré-
. Les cônes de papier sont presque inu-
.

NSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNER-
- La transmission de l'énergie à distance
lectricité est fondée sur la réversibilité
achines d'induction (Voy. MACHINE D'IN-
N).

réserve quelquefois le nom de transmis-
u cas où la distance est petite; on ap-
lors *transport* de la force la transmission
de distance. Nous ne conserverons pas
istinction, qui ne nous paraît pas justifiée.
qu'on fait tourner l'armature d'une de
chines, on lui fournit du travail mécani-
elle donne naissance à un courant élec-
Si au contraire on lance un courant
anneau, la machine se met à tourner et
peut produire un travail mécanique. Enfin, si l'on place dans un même circuit deux machines d'induction, et que l'on fasse tourner une d'elles, la seconde se mettra en mouvement sous l'influence du courant et pourra être employée à effectuer un certain travail. L'énergie mécanique est ainsi transmise à distance.

La première machine est appelée *génératrice*, et la seconde *réceptrice*.

Cette expérience a été réalisée pour la première fois en 1873 à l'Exposition de Vienne par M. H. Fontaine, au moyen de deux machines Gramme accouplées; l'une était mue par un moteur à gaz, système Lenoir; l'autre, actionnée par le courant de la première, faisait marcher une pompe centrifuge de MM. Neut et Dumont.

Le circuit qui réunit les deux machines peut avoir une grande longueur, sans que l'expérience cesse de réussir. La transmission électrique de l'énergie permettrait donc d'utiliser à distance les nombreuses forces naturelles qui restent inutilisées parce qu'elles sont situées en des points éloignés des centres commerciaux ou dénués de communications faciles, de sorte que l'on ne peut songer à y installer une usine. Telles sont les chutes d'eau, si nombreuses dans les montagnes.

La transmission électrique de l'énergie, on le conçoit facilement, ne saurait d'ailleurs s'effectuer sans perte : la génératrice perd une partie de l'énergie en la transformant en courant, la génératrice donne une perte analogue dans la transformation inverse ; il faut ajouter encore les pertes provenant de l'échauffement des conducteurs et de leur isolement toujours insuffisant.

Malgré ces inconvénients, il semble à première vue que la valeur du rendement n'ait pas une grande importance, si l'on utilise des forces naturelles, qui par conséquent ne coûtent rien. Mais en réalité la question est plus complexe : il faut tenir compte des frais d'installation, d'exploitation et d'entretien des machines et de la ligne. Si le rendement n'est pas suffisamment élevé, il peut se faire que l'énergie gratuite ainsi transmise coûte plus cher que si on la produisait sur place avec une machine à vapeur. La transmission électrique peut du reste présenter dans certains cas des avantages qui la fassent préférer, quelle que soit la dépense, mais, le plus souvent, il convient de calculer avec soin le rendement, et de chercher les conditions qui peuvent lui donner une valeur aussi élevée que possible.

Calcul d'une transmission. — Cherchons à calculer le rendement d'une transmission d'énergie dans le cas le plus favorable, c'est-à-dire en négligeant les imperfections que présentent nécessairement les appareils. Supposons que la génératrice reçoive un travail moteur T et que son rendement soit k; soient E et I la force électromotrice et l'intensité du courant

(1) $$EI = kT.$$

Si l'on maintient la réceptrice immobile, de sorte qu'elle ne produise aucun travail, on a d'après la loi d'Ohm :

$$E = RI;$$

d'où

$$EI = RI^2,$$

R étant la résistance totale du circuit. Mais, si la génératrice tourne et produit un travail mécanique, l'intensité diminue et prend une valeur i inférieure à celle indiquée par la loi d'Ohm. Cet effet peut s'expliquer, soit par une augmentation brusque de la résistance, soit par la production d'une force contre-électromotrice dans la machine réceptrice. La première hypothèse n'est guère vraisemblable, car les variations de température dues au fonctionnement de l'appareil sont insuffisantes pour expliquer l'accroissement de résistance qu'il faudrait admettre. Il est naturel de supposer, au contraire, que la rotation de la réceptrice tend à y faire naître un courant de sens contraire à celui de la génératrice; la force contre-électromotrice ainsi développée, soit e, se retranchera de celle de la génératrice, et l'on aura

(2) $$E - e = Ri$$

ou

$$Ei = Ri^2 + ei.$$

La quantité d'énergie ei est celle que la réceptrice absorbe et transforme en travail mécanique. Si son rendement est k', ce travail sera donné par

$$T' = k'ei.$$

On voit que la force contre-électromotrice est nécessairement inférieure à E; elle ne peut lui être égale que dans les cas limites où l'on aurait $i = 0$ ou $R = 0$.

Travail utile. — Le travail utile est celui qui est fourni par la réceptrice.

$$T' = k'ei.$$

En tirant de (2) la valeur de i, on a

(3) $$T' = k'\frac{e(E-e)}{R}.$$

Outre les constantes k' et R, T' est le produit des deux facteurs e et $E - e$, dont la somme est constante et égale à E. Il est donc maximum lorsque ces facteurs sont égaux ou

$$e = \frac{E}{2},$$

ce qui donne, en portant dans (2),

$$i = \frac{E}{2R} = \frac{I}{2}.$$

Le maximum est donc obtenu lorsque, par la rotation de la réceptrice, l'intensité du courant diminue de moitié.

L'équation (3) montre en outre que le travail utile diminue lorsque l'on augmente la résistance R du circuit ou la distance des deux machines. Nous verrons plus loin comment on peut remédier à ce défaut.

Rendement électrique. — Le rendement électrique de la transmission proprement dit, abstraction faite du rendement des deux machines, est le rapport de l'énergie développée dans la réceptrice à l'énergie fournie par la génératrice. C'est donc

$$\frac{ei}{Ei} = \frac{e}{E}.$$

Le rendement électrique d'une transmission est donc indépendant de la résistance du circuit, et par suite de la distance des deux machines.

Ce théorème, énoncé par M. Marcel Deprez, est contesté par beaucoup d'électriciens. Il faut remarquer, en effet, que si l'on fait varier la distance, l'intensité diminue; il en résulte que la réceptrice tourne moins vite, et la force contre-électromotrice est plus faible. Pour que le théorème soit exact, il faut que cette force conserve la même valeur, et par suite il faut employer des machines d'autant plus puissantes que la distance est plus grande; si l'on emploie la même machine, le rendement diminue à mesure que la distance augmente.

En outre le théorème précédent rencontre dans la pratique d'autres objections. La ligne n'est jamais parfaitement isolée; qu'elle soit portée sur des poteaux ou placée dans le sol, il y a toujours des pertes, et l'intensité n'est plus constante dans tout le circuit : elle diminue à mesure qu'on s'éloigne de la génératrice, et elle est d'autant plus faible dans la réceptrice que celle-ci est plus loin. En appelant i' cette valeur de l'intensité, le rendement électrique est représenté pratiquement par $\frac{ei'}{Ei}$.

Le théorème de M. Deprez peut prendre une

forme, dans le cas très simple où les deux ines seraient identiques. Comme elles sont urues par le même courant, on peut sup- en outre que les deux champs magnéti- ont exactement la même intensité, et que eux forces électromotrices sont propor- ielles aux vitesses V et v des deux induits, u nombre de tours N et n qu'ils font par te. On aurait alors

$$\frac{e}{E}=\frac{v}{V}=\frac{n}{N}.$$

pourrait dans ce cas obtenir le rende- électrique d'une façon très simple, en rant N et n. C'est là d'ailleurs un cas pu- nt théorique : même si les machines sont iques, les champs ne peuvent être de même sité, parce que la réaction des courants e champ n'est pas la même dans les deux ines.

ndement mécanique. — Le rendement élec- e est intéressant à considérer, mais il est à près indifférent dans les applications. Ce nporte dans la pratique, c'est le *rendement nique*, c'est-à-dire le rapport du travail mé- que fourni par la réceptrice à celui qu'ab- e la génératrice. C'est cette quantité qu'on gne habituellement sous le nom de rende- t. Le rendement mécanique est le seul qui esse les industriels, car il tient compte utes les pertes produites dans la trans- ion, et il fait connaître la force qu'il fournir au départ pour obtenir à l'arrivée ravail déterminé ; sa connaissance permet oir si, dans le cas considéré, la transmis- électrique est préférable aux autres pro- s.

travail fourni à la génératrice est donné

$$kT=Ei.$$

lui que donne la réceptrice est

$$T'=k'ei.$$

ndement mécanique est donc

$$\frac{T'}{T}=kk'\frac{e}{E}.$$

donc égal au produit du rendement élec- e de la transmission par les rendements leux machines. Cette expression ne tient te que des pertes provenant des appareils riques; il faudrait évaluer encore celles ont dues au moteur qui actionne la géné- ce et aux appareils mus par la réceptrice ; ce serait sortir de notre sujet.

M. Boistel a vérifié que le rendement méca- nique décroît rapidement à mesure que la distance augmente, avec deux machines Siemens identiques, pouvant produire, à la vitesse de 900 tours, un courant de 168 volts et 58,5 am- pères sur un circuit peu résistant. En réunissant ces machines par un conducteur de résistance négligeable, le rendement mécanique est de 54 p. 100; mais il n'est plus que de 41 p. 100, lorsqu'on intercale une résistance extérieure de 0,50 ohm, équivalant à 416 mètres d'un fil de 4,5 mm. de diamètre; enfin, il tombe à 28,8 p. 100 lorsqu'on porte la longueur du fil à 833 mètres (1 ohm), et à 15,8 p. 100, si cette longueur atteint 1250 mètres (1,5 ohm).

Exemple numérique. — Les calculs qui précè- dent nous ont conduit très simplement aux résultats obtenus par M. Marcel Deprez, et dont les points principaux se résument ainsi :

1° Le rendement électrique d'une transmis- sion est égal à $\frac{e}{E}$; il est donc indépendant de la distance, pourvu qu'on choisisse les machines de façon à maintenir constant le rapport qui précède. D'ailleurs cette constance ne peut pas être réalisée dans la pratique, à cause notam- ment du défaut d'isolement de la ligne.

2° Le rendement mécanique est indépendant de la distance, si les forces électromotrices E et e varient proportionnellement à la racine carrée de la résistance totale (1). Le défaut d'isolement de la ligne a encore ici la même in- fluence.

Pour bien faire comprendre dans quelles conditions le transport électrique de l'énergie peut être avantageux, nous ajouterons un exem- ple numérique emprunté à M. H. Fontaine, et qui se rapproche bien des conditions ordinaires de la pratique, soit le transport d'une force de 40 chevaux à 3 kilomètres.

Pour avoir un service parfaitement régulier et de longue durée, l'expérience montre qu'on ne peut demander à la génératrice plus de 1000 tours pour la vitesse, ni plus de 1500 volts pour la force électromotrice. Le travail fourni à la machine étant de 40 chevaux ou 3000 kilogrammètres, l'intensité en ampères est donnée par

$$T=\frac{EI}{g}$$

ou

$$3000=\frac{1500\times I}{9,81}.$$

(1) La démonstration de cette relation se trouve un peu plus loin (page 906).

D'où

$$I = 19{,}62 \text{ ampères.}$$

Prenons 20 ampères pour simplifier les calculs. Une partie de ce courant est absorbée par l'échauffement de la génératrice. Les dynamos Gramme de 1500 volts ont une résistance intérieure de 10 ohms. Elles consomment donc, sous forme de chaleur, une quantité d'énergie égale à $\frac{rI^2}{g}$ ou $\frac{10 \times 20^2}{9{,}81}$, soit environ 400 kilogrammètres.

De nombreuses expériences ont montré que les frottements mécaniques et autres causes accessoires absorbent environ 10 p. 100, soit 300 kilogrammètres. La perte totale dans la génératrice est donc de 700 kilogrammètres et le circuit extérieur ne reçoit que 2300 kilogrammètres. Par suite, la différence de potentiel aux bornes de la génératrice est

$$e = \frac{tg}{I} = \frac{2300 \times 9{,}81}{20} = 1\,128 \text{ volts.}$$

Avant d'examiner la perte due à la ligne, cherchons celle qui provient de la réceptrice. M. Fontaine conseille l'emploi d'une réceptrice identique à la génératrice, ce qui n'exige qu'une seule machine de rechange et évite l'excès de vitesse que pourrait prendre la réceptrice tournant sans charge. Dans ce cas, cette machine absorbera encore 400 kilogrammètres sous forme de chaleur. La perte provenant des frottements sera moindre que dans la génératrice, le travail et la vitesse étant eux-mêmes plus petits. On peut admettre qu'il est égal aux deux tiers du premier, soit 200 kilogrammètres; la réceptrice absorbera donc 600 kilogrammètres et les deux machines ensemble 1300 kilogrammètres.

Il reste à considérer l'influence de la ligne, qui varie avec son diamètre. Il faut donc déterminer ce diamètre d'après le rendement qu'on veut obtenir.

Si l'on veut transmettre 18 chevaux ou 1350 kilogrammètres, il faut que la ligne n'absorbe pas plus de 350 kilogrammètres. La résistance de la ligne ne doit donc pas dépasser la valeur

$$R = \frac{t'g}{I^2} = \frac{350 \times 9{,}81}{400} = 8{,}6 \text{ ohms.}$$

La ligne ayant 6000 mètres (aller et retour), il faudra du fil de cuivre de 11,6 mm. carrés, dont le poids sera 624 kilogrammes, et le prix 6240 francs, le prix moyen étant de 10 francs par kilogramme.

Pour transmettre 20 chevaux, on trou qu'il faut prendre du fil de 20 mm. carré sant 1080 kilogrammes et coûtant 10800 fı Pour 22 chevaux, il faudrait du fil de 83,33 carrés, et le prix s'élèverait à 45000 franc

Ces trois exemples, qui correspondent rendements de 45, 50 et 55 p. 100, mo avec quelle rapidité augmentent le prix ligne et par suite les frais d'installation, qu'on veut obtenir un rendement un peu sidérable.

Construction géométrique. — La constru suivante permet de se rendre compte facile des résultats qui précèdent. Nous avons

$$(4) \qquad \begin{aligned} kT &= Ei \\ T' &= k'ei \\ Ei &= Ri^2 + ei. \end{aligned}$$

Éliminons e et i entre ces 3 équations; il

$$(5) \qquad Rk^2k'T^2 - kk'E^2T + E^2T' = 0.$$

En prenant T pour abscisses et T' pour o nées, cette équation représente une paral axe vertical passant par l'origine (fig. 10 coupant l'axe des T à une distance $\frac{E^2}{kR}$. courbe suppose des valeurs déterminées et de R. Pour un point quelconque, l'ab OM représente le travail absorbé par la gé trice, l'ordonnée MP le travail utile fourn la réceptrice. Le rendement mécaniqu égal à $\frac{MP}{OM}$; il est donc figuré par la tan trigonométrique de l'angle POM, et il augı avec cet angle.

On voit immédiatement que la plus g valeur du travail utile est représentée p et correspond à la valeur OQ du travail c'est-à-dire à

$$T = \frac{E^2}{2kR},$$

ou bien à

$$i = \frac{E}{2R},$$

comme nous l'avons vu plus haut.

A chaque valeur OM du travail moteur respond une seule valeur MP du travail Mais, si l'on se donne une valeur $MP = M_1$ travail utile, on voit qu'elle peut être ob pour deux valeurs OM et OM_1 du travail mo Il est évident que l'on prendra dans la pr la plus petite valeur OM, puisqu'elle don plus fort rendement. La seule partie courbe utile à considérer est donc la parti au delà de ce point, le travail utile di

à mesure que le travail moteur augmente. Dans cette partie de la courbe, on voit que le rendement est plus grand pour les points les plus voisins de l'origine : on augmenterait donc sa valeur en diminuant autant que possible le travail moteur et le travail utile. Il est évident que la pratique ne peut tenir compte de cette condition, car il y a généralement avantage, vu les frais d'installation et d'entretien des machines, à transmettre la plus grande quantité de travail possible.

La droite OB, tangente à la courbe à l'origine, a pour équation

$$y = kk'x.$$

On voit donc que le rendement mécanique ne peut dépasser le produit du rendement des deux machines; en d'autres termes, le rendement électrique est nécessairement inférieur à 1. De plus, on a

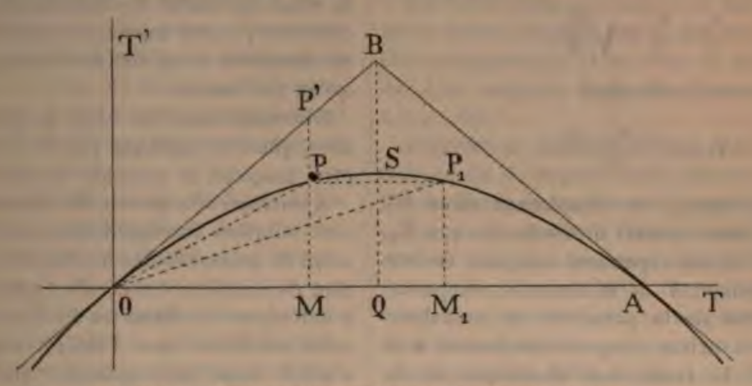


Fig. 1054. — Représentation graphique du rendement mécanique.

$$MP' = kk'T$$
$$MP = T'.$$

Donc

$$PP' = kk'T - T' = k'Ri^2.$$

La distance PP' est donc proportionnelle à la perte d'énergie par échauffement du conducteur. On voit que cette perte augmente avec OM, mais plus vite que OM, ce qui explique la diminution du rendement.

Nous avons supposé les quantités E et R invariables. Si l'on fait croître E, la parabole change de forme et va couper l'axe des T plus loin, en même temps que son sommet s'élève. Le travail utile T' et le rendement augmentent. Il en est de même si l'on fait décroître R. Si R et E changent à la fois, le problème est plus complexe. Il y a cependani un cas simple : l'équation (5) ne contient que le rapport $\frac{E^2}{R}$; si l'on fait varier E et R de sorte que ce rapport reste constant, la courbe ne change pas et le rendement reste invariable pour une valeur déterminée du travail moteur, malgré l'accroissement de résistance. Nous indiquons plus loin que M. Marcel Deprez est arrivé à ce résultat par une autre méthode.

On pourrait encore, entre les équations (4), éliminer T et e; il resterait une relation entre T' et i, que l'on pourrait représenter de même par une courbe. Cette construction permettrait, étant donnée une force naturelle, de calculer la quantité qu'on pourrait transmettre.

Influence de la distance; moyen d'y remédier. — Cette influence, bien évidente *à priori*, est manifestée par les résultats qui précèdent : elle a pour effet de diminuer notablement le rendement mécanique. On s'est préoccupé de remédier à ce grave inconvénient.

Un premier moyen consisterait à augmenter le diamètre des conducteurs avec la distance, de façon à diminuer ou même à annuler l'augmentation de résistance. Ce procédé très simple est le plus souvent inapplicable, parce que l'augmentation de diamètre et de longueur de la ligne rendrait les dépenses de première installation beaucoup trop considérables. L'exemple suivant, cité par M. Boistel, le montre suffisamment. Pour l'exploitation de certaines mines du Pérou, on a cherché à transporter une force de 200 chevaux à 50 kilomètres avec un rendement de 33 p. 100. La dépense prévue pour les machines était de 300 000 francs, mais le prix des conducteurs s'élevait à 1 625 000 francs, ce qui portait l'installation à 1 925 000 francs. On voit par cet exemple que l'augmentation de diamètre des conducteurs ne peut fournir une solution pratique de la question.

Un autre système, proposé par M. Marcel Deprez, est l'emploi des hautes tensions. Le travail utile est

$$T' = k' \frac{e(E-e)}{R}.$$

Si l'on fait croître E et e proportionnellement à la racine carrée de la résistance R, de sorte que, pour une résistance R_1, on ait des forces E_1 et e_1 déterminées par

$$(6) \qquad \frac{e_1}{e} = \frac{E_1}{E} = \sqrt{\frac{R_1}{R}},$$

le nouveau travail utile étant

$$(7) \qquad T'_1 = k' \frac{e_1(E_1 - e_1)}{R_1},$$

on voit facilement, en remplaçant dans (7) E_1 et e_1 par leurs valeurs tirées de (6), que T'_1 est égal à T'. Il faut cependant supposer encore que le rendement k' de la nouvelle réceptrice est égal à celui de la première. On voit donc que, si E et e varient proportionnellement à la résistance R, le rendement électrique de la ligne reste constant.

Le système des hautes tensions a pour conséquence de diminuer l'intensité, ce qui est avantageux, puisqu'on diminue en même temps l'énergie Ri^2 transformée en chaleur sur la ligne et qui constitue une perte. Mais l'emploi de ces tensions élevées, 2000 ou 3000 volts, et même 8000 ou 10000 volts, comme l'a proposé M. Deprez, n'est pas encore très facile et présente de grands dangers; peut-être pourra-t-on éviter ces dangers par des réglementations sévères et des précautions suffisantes, mais la question est assez compliquée, puisqu'il faut appliquer ces précautions non seulement aux machines, mais à la ligne elle-même.

Il y a d'ailleurs plusieurs manières d'obtenir de hautes tensions : on peut augmenter la vitesse de rotation des anneaux, réduire le diamètre du fil induit, construire des machines de très grandes dimensions, ou enfin disposer en série plusieurs machines plus petites.

La vitesse des anneaux ne peut pas être augmentée au delà d'une certaine limite. L'emploi d'un fil induit de très petit diamètre complique bientôt la construction de la machine et rend son prix de revient très élevé. M. Deprez a cependant appliqué ce système aux électros et aux armatures des machines Gramme, Siemens et autres pour le transport de la force.

Les machines de très grandes dimensions seraient avantageuses, d'après M. Deprez, car la puissance varierait comme la quatrième puissance des dimensions homologues, tandis que le poids et la masse sont seulement proportionnels à la troisième. Des expériences directes n'ont vérifié cette loi que d'une manière approximative. On ne peut donc se fier à cette règle. Aussi l'on n'a guère construit jusqu'à présent de machines de ce genre : on cite une machine de M. Gordon qui a de très grandes dimensions : elle pèse 18000 kilogrammes; la roue qui porte les inducteurs a 2,66 m. de diamètre; cette machine transforme, dit-on, en électricité 94 p. 100 de l'énergie mécanique qu'on lui fournit.

L'accouplement en série de plusieurs dynamos, qui a été appliqué par M. Fontaine, paraît être jusqu'ici le procédé le plus avantageux.

Ajoutons enfin que sir W. Thomson a proposé une solution intermédiaire entre l'accroissement de puissance des machines et l'augmentation du diamètre des conducteurs. Elle consiste à déterminer le diamètre du fil de ligne d'après cette condition que l'intérêt annuel du prix d'achat total soit moindre que la dépense annuelle de force motrice absorbée par la résistance électrique de ce conducteur. En réalité, il faudrait tenir compte aussi des frais de pose, qui augmentent avec le diamètre du conducteur.

Conclusions. — En résumé, on ne saurait indiquer d'avance les meilleures conditions d'établissement d'une transmission électrique d'énergie. Le seul point acquis définitivement, c'est la nécessité d'abandonner les fils de fer et d'employer toujours pour les lignes un métal très conducteur, comme le cuivre ou le bronze phosphoreux ou silicieux. Il faudra d'ailleurs déterminer dans chaque cas les conditions les meilleures, en tenant compte de toutes les causes de perte provenant des machines et des autres appareils, de l'échauffement de la ligne, des défauts d'isolement, etc.

Transmission à grande distance.

Pour le transport à grande distance, on peut dire qu'il n'a guère été fait jusqu'à présent que des expériences d'essai, et qu'il n'existe encore que peu d'applications industrielles.

Expériences de M. Marcel Deprez. — De 1882 à 1886, M. Marcel Deprez a fait un certain nombre d'expériences dans le but de vérifier les résultats énoncés plus haut et de démontrer la possibilité pratique de transmettre la force à grande distance par l'électricité.

Expériences de Munich. — **Les premières expériences furent installées en 1882 entre l'Ex-**

tion d'électricité de Munich et une usine
ie à Miesbach, à une distance de 57 kilomè-
La génératrice, installée à Miesbach, fai-
1611 tours et donnait 1343 volts et 0,519
ère. Elle était mue par une machine à va-
. La ligne était formée de deux fils de fer
,5 mm., offrant une résistance totale de
2 ohms.

réceptrice, située dans le palais de l'Ex-
tion, faisait 752 tours et donnait une diffé-
e de potentiel de 850 volts; elle faisait
cher une pompe centrifuge, qui alimentait
cascade de 2,5 m. de hauteur, et produi-
un travail de 0,433 cheval. Le rendement
trique était de 38,9 p. 100, le rendement
anique de 30 p. 100.

xpériences du chemin de fer du Nord. — En
er 1883, M. Deprez employa deux machi-
placées l'une près de l'autre dans les ate-
de la Chapelle et réunies d'une part par
l court, de résistance négligeable, de l'au-
par un fil télégraphique allant au Bourget
venant au point de départ (longueur 17 ki-
ètres). La résistance de la ligne était de
ohms. La génératrice avait une résistanec
6 ohms et pouvait donner 2700 volts avec
tours par minute. La réceptrice était une
hine Gramme ordinaire. Les meilleurs ré-
ts furent obtenus avec une intensité de
mpères et des différences de potentiel de
volts pour la génératrice et 1994 pour la
ptrice. On put transmettre ainsi 4,439 che-
avec un rendement mécanique de
p. 100.

faut remarquer que le mode d'installation
deux machines était plus favorable que
i qui se présente toujours dans la prati-
En effet, lorsque les dynamos sont placées
deux bouts de la ligne, les dérivations qui
blissent par défaut d'isolement diminuent
ensité dans la réceptrice. Ici au contraire,
leux machines étant réunies d'un côté par
résistance négligeable, le courant a la même
nsité dans les deux, et les dérivations qui
ent s'établir, ayant pour effet de diminuer
ésistance totale, augmentent cette inten-

xpériences de Grenoble. — Dans ces expé-
ces, exécutées en août et septembre 1883,
énératrice était installée dans l'usine de ci-
t de MM. Damaye et Cie, près de la gare de
le, et actionnée par la turbine de l'atelier.
faisait 1140 tours et donnait 3146 volts.
éceptrice, placée dans la halle de Grenoble,
it 875 tours avec une force électromotrice
de 2231 volts. La distance était de 14 kilomètres; la ligne était formée d'un double fil en bronze silicieux de 2 mm., ayant une résistance totale de 167 ohms. L'intensité était de 2,88 ampères à Vizille et de 2,82 ampères à Grenoble. Les résultats furent un peu meilleurs que dans les expériences précédentes. On arriva à transmettre près de 7 chevaux avec un rendement de 62,3 p. 100.

Les dérivations provenant du défaut d'isolement furent étudiées avec soin. Pour une force électromotrice de 3128 volts et une intensité de 3,51 ampères à Vizille, la perte était de 6,6 p. 100.

Expériences de Creil. — Les dernières expériences de M. Deprez ont eu lieu au chemin de fer du Nord, entre Creil et la gare de la Chapelle, de novembre 1885 à mai 1886. Elles avaient pour but de démontrer d'une manière irréfutable la possibilité de transporter sans danger une grande force à une grande distance, dans des conditions pratiques et suffisamment rémunératrices. Elles devaient satisfaire au programme suivant:

1° Démontrer la possibilité technique de transporter sans danger une grande force à une grande distance;

2° Prouver que les machines peuvent fonctionner vingt heures par jour, et pendant plusieurs mois, sans subir aucune détérioration;

3° Démontrer la possibilité de diviser, à l'arrivée, le courant entre plusieurs réceptrices chargées de services complètement différents, malgré des variations brusques dans le travail utilisé par chacune d'elles;

4° Établir des appareils d'un rendement suffisant, sans exagérer les dépenses de premier établissement.

Pour réaliser ce programme, on devait installer à Creil deux locomobiles de 100 à 150 chevaux chacune, commandant à l'aide de courroies un arbre moteur, pris pour origine de toutes les mesures, et recevant des vitesses de 50 à 150 tours, ce qui correspond aux vitesses ordinaires des roues et des turbines hydrauliques. Cet arbre devait commander la génératrice en lui donnant une vitesse de 200 à 300 tours.

La gare de la Chapelle devait avoir trois réceptrices actionnant respectivement:

1° Les machines de l'éclairage électrique, fonctionnant 10 à 14 heures par jour et absorbant de 10 à 20 chevaux;

2° Les pompes de la manutention hydraulique, fonctionnant jusqu'à vingt heures par jour

et consommant 35 à 40 chevaux avec des variations assez grandes de l'effet utile ;

3° Une partie des machines-outils des ateliers de la Chapelle, fonctionnant huit à dix heures et absorbant 12 à 15 chevaux avec des variations très brusques et très grandes de l'effet utile.

Mais ces conditions furent bien loin d'être remplies. Pour des raisons d'ordre administratif, on ne put employer qu'une seule réceptrice, et la génératrice n'utilisa guère que la moitié de la force motrice disponible. Des accidents, qui eurent lieu pendant les essais préliminaires, forcèrent M. Deprez à modifier le type de ses machines pour revenir aux modèles ordinaires. Enfin il fallut se servir d'excitatrices distinctes, donnant, pour produire les champs magnétiques, des courants de basse tension, distincts du courant de ligne, et ne participant que d'une manière insensible aux variations de ce dernier.

A Creil, cette disposition n'exigeait qu'une dépense supplémentaire de force motrice, mais, à la Chapelle, il fallait avoir recours à un artifice pour amorcer les machines. Les arbres de la réceptrice et de l'excitatrice étaient reliés par une courroie : au début, un commutateur spécial, appelé *commutateur de démarrage* (Voy. ce mot), mettait le circuit excitateur en communication avec la ligne. La réceptrice se trouvait ainsi amorcée et commençait à tourner, entraînant l'excitatrice, dont la rotation donnait peu à peu au champ sa valeur normale ; le commutateur séparait alors de la ligne le circuit excitateur.

Le mode de distribution de l'énergie, à l'arrivée, était assez mauvais. La réceptrice commandait par courroie une dynamo Gramme, dont le courant était lancé dans plusieurs réceptrices actionnant les outils, etc.

La ligne, longue de 56 kilomètres, était formée par deux fils de bronze silicieux de 5 mm., ayant une résistance de 97,45 ohms. Ces fils étaient isolés sur une grande partie du parcours par une enveloppe de chanvre imprégné de résine, entourée elle-même d'un tube de plomb. L'expérience a montré que cette précaution était inutile et même dangereuse. Le câble formait condensateur, et des étincelles éclataient entre les deux conducteurs.

Une Commission, nommée par l'Académie des sciences, a fait le 24 mai 1886 les mesures suivantes. La vitesse a varié de 168 à 218 tours pour la génératrice, de 244 à 295 pour la réceptrice. La force électromotrice était de 4887 à 6290 volts pour la première, de 3902 à 5081 pour la seconde. L'intensité a varié de 6,85 à 9,85 ampères. On a dépensé à Creil de 66,7 à 116 chevaux et recueilli à la Chapelle de 27,2 à 52 chevaux, soit un rendement mécanique de 40,78 à 44,81 p. 100. Les résultats de ces mesures diffèrent d'ailleurs notablement de ceux que donne le calcul : la Commission a constaté ce désaccord, mais sans l'expliquer.

Ces expériences n'ont donné qu'une faible partie des résultats attendus. Elles ont montré la possibilité de transporter environ 50 chevaux à 56 kilomètres avec un rendement d'environ 40 à 45 p. 100, d'obtenir un bon isolement de la ligne et d'éviter tout danger, malgré l'emploi d'une force électromotrice de 6300 volts. Mais la quantité d'énergie transportée était très inférieure à celle qu'avait fixé le programme, et sa distribution entre plusieurs réceptrices n'était pas conforme aux conditions imposées. Enfin les frais d'installation étaient extrêmement élevés. La Commission a, en effet, estimé la dépense à 50000 francs pour la génératrice, 30000 francs pour la réceptrice et 44800 francs pour la ligne, soit un total de 124800 francs.

Expériences de M. H. Fontaine. — Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, c'est M. H. Fontaine qui a réalisé à Vienne en 1873 la première expérience sur le transport de la force à distance par l'électricité. En octobre 1886, M. Fontaine a institué, dans les ateliers de la Compagnie électrique, de nouveaux essais destinés à montrer qu'il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des machines de grandes dimensions, comme l'avait indiqué M. Deprez, et qu'on peut obtenir des résultats au moins aussi bons avec les modèles ordinairement employés dans l'industrie.

Pour faciliter la comparaison, M. Fontaine a donné à la ligne la même résistance que dans les expériences de Creil et a cherché à transmettre à peu près la même force. Les deux groupes de machines étaient donc séparés par deux fils de 57,5 kilomètres, présentant une résistance totale de 100 ohms. La génératrice unique était remplacée par 4 dynamos Gramme du type supérieur réunies en tension, la réceptrice par 3 machines identiques accouplées de la même manière. Le groupe générateur était actionné par une machine Farcot à quatre tiroirs, marchant à 5 kilogrammes et pouvant développer 95 chevaux. Le volant, de 5 mètres de diamètre, faisait 55 tours et actionnait par courroie un arbre intermédiaire, qui commandait les quatre dynamos au moyen de deux

poulies et de quatre galets de friction. Les dynamos oscillaient sur un axe horizontal placé sous leur socle, de sorte que la pression des galets était déterminée par le poids même des machines. Le système générateur entier n'occupait qu'un espace de 3,5 mètres sur 3,7 mètres.

Le groupe récepteur occupait environ 7 mètres carrés. Les trois machines étaient placées bout à bout et réunies ensemble par des manchons garnis de caoutchouc.

En donnant aux génératrices une vitesse de 1298 tours, on obtint aux deux bornes de la ligne une différeuce de potentiel de 5896 volts. L'intensité du courant était de 9,34 ampères Le travail absorbé sur l'arbre des génératrices était de 95,8 chevaux, le travail recueilli au frein sur l'arbre des réceptrices de 49,98 chevaux, les réceptrices faisant 1120 tours. Le rendement industriel était donc de 52 p. 100.

Il résulte donc de ces expériences que les dynamos ordinaires, accouplées en série, se prêtent aussi bien à la transmission électrique de l'énergie que les grosses machines. Il est donc absolument inutile de construire des machines spéciales, de grandes dimensions, qui sont d'une construction compliquée, d'un prix élevé, exigent par leur masse des travaux coûteux de fondations, et ne peuvent se prêter à la variété des services qu'exige d'ordinaire une exploitation. Un dernier renseignement montre bien l'infériorité des grosses machines. Les sept dynamos employées par M. Fontaine pesaient ensemble 8400 kilogrammes et coûtaient 16450 francs. Les deux machines utilisées dans l'expérience de Creil pesaient 70000 kilogrammes et leur prix était estimé à 80000 francs.

Transmission entre Kriegstetten et Soleure. — On comprend facilement, d'après les résultats des expériences décrites ci-dessus, que le nombre des transmissions électriques industrielles actuellement existantes soit encore très faible. La première fut, croyons-nous, installée en 1886 par la Société des ateliers d'Œrlikon, entre Kriegstetten et Soleure, dans le but d'utiliser la force d'une chute d'eau située à la première station, et donnant de 30 à 50 chevaux. Cette force est recueillie par une turbine qui actionne deux dynamos identiques, du système Brown, couplées en série, faisant 700 tours par minute et donnant une différence de potentiel aux bornes de 1753,3 volts avec une intensité de 11,474 ampères.

La ligne, qui a 8 kilomètres de longueur, est formée de trois fils de cuivre nu de 6 millimètres de diamètre (comme dans le système de distribution Edison à trois fils); ces conducteurs sont soutenus par cent quatre-vingts poteaux en bois à l'aide d'isolateurs Johnson et Philips. Ce sont des isolateurs ordinaires en porcelaine, dont l'isolation est augmentée par l'adjonction d'un liquide aussi peu conducteur que possible, qui remplit une cavité intérieure formée par le bord intérieur de l'appareil. Pour éviter que la surface du liquide se couvre de gouttes d'eau par la pluie ou par le brouillard, les dimensions de l'isolateur et de son support sont telles que l'accès de l'air est presque absolument empêché. La résistance totale de la ligne est de 9,228 ohms.

La station réceptrice, placée à Soleure, dans l'usine de M. Muller-Haiber, comprend deux dynamos identiques, montées en série, un peu plus petites et un peu moins puissantes que les premières.

Des mesures électriques et mécaniques ont été faites avec soin les 11 et 12 octobre 1887 par une commission composée de MM. Amsler, Hagenbach, Keller, Veith et Weber; elles ont donné un rendement industriel de 75,2 p. 100. Ces résultats excellents sont attribués au bon rendement des machines, à l'emploi de forces électromotrices élevées, à la distance relativement faible, à l'emploi d'un conducteur assez gros et au parfait isolement de la ligne.

Transmission de Thorenberg à Lucerne. — La même Société a établi à Thorenberg, en 1887, une usine destinée à utiliser la force d'une chute d'eau pour l'éclairage de la ville de Lucerne et le transport de la force motrice. Cette usine alimente donc deux services spéciaux absolument distincts. La transmission destinée à l'éclairage emploie des machines à courants alternatifs et des transformateurs Zipernowsky. La transmission de force est à courant continu. Elle fait mouvoir un moulin à farine appartenant à M. Troller.

Cette dernière est établie pour une force initiale de 120 chevaux, avec une force électromotrice de 1000 volts et un courant de 80 ampères. Les deux machines Brown sont du même type, avec inducteurs à pôles conséquents, et ne diffèrent que par l'enroulement; elles font 450 tours par minute.

La ligne, d'une résistance totale de 2 ohms, est à deux fils. Elle est en partie aérienne, en partie souterraine. La première portion a 3040 mètres de longueur; elle est formée d'un fil de 63 millimètres carrés de section, soutenu

par des isolateurs ordinaires à cloche double.

Divers appareils accessoires complètent cette installation essentiellement pratique, notamment un ferme-circuit automatique, un interrupteur à main, des paratonnerres à dents, etc.

Enfin la Société d'Œrlikon a créé un certain nombre d'installations destinées à utiliser des forces plus élevées; ainsi à Schio (Italie), 250 chevaux, et à Derendingen (Suisse), 280 chevaux. Toutes ces transmissions donnent, dit-on, un bon rendement. Sur une transmission établie en Autriche, où la distance n'est, il est vrai, que de 600 mètres, le rendement s'élèverait à 80,4 p. 100.

Transmission entre Béconne, Valréas et Dieulefit. — Nous dirons enfin quelques mots d'une installation qui ne se fait pas remarquer par son importance, mais qui montre bien le parti que, grâce à l'électricité, beaucoup de petites localités pourraient tirer des forces naturelles situées dans leur voisinage. Cette installation n'a pas pour but, à proprement parler, de transporter à distance de l'énergie utilisable sous forme mécanique. Celle qu'elle emprunte à une source naturelle et qu'elle transmet à une certaine distance n'est consommée actuellement que sous forme de lumière. Nous voulons parler de l'usine établie à Béconne pour l'éclairage de deux petites villes, Valréas (Vaucluse) et Dieulefit (Drôme), situées la première à 14 kilomètres, la seconde à 5 kilomètres de cette usine.



Fig. 1035. — Usine électrique de Béconne. (Figure communiquée par MM. Ganz et Cie, de Budapest).

La chute d'eau utilisée, qui appartient à un canal du Lez, est de 25 mètres. Un réservoir d'une capacité d'environ 13000 mètres cubes sert en partie de réserve, en partie au maintien de la constance de la chute. Il représente une réserve de 800 chevaux-heure électriques dans le réseau secondaire.

L'eau de pression est amenée par deux tuyaux en tôle de 0,8 mètre de diamètre à deux turbines horizontales, donnant chacune une force de 50 chevaux et faisant 180 tours par minute. Le réglage des turbines se fait par un régulateur hydraulique de Bouvier variant l'afflux d'eau suivant la force consommée.

Chacune de ces turbines actionne une machine à courants alternatifs, système Zipernowsky (Voy. SUPPLÉMENT), de 24 000 watts (2000 volts et 12 ampères), et une dynamo excitatrice, type Δ, pouvant produire 3000 watts à pleine charge. Chacune de ces machines, avec son excitatrice et ses appareils accessoires, dessert une des deux villes. La tension secondaire est maintenue constante dans les deux villes par deux rhéostats automatiques avec égalisateur, donc sans fil de retour.

La fig. 1055 représente l'usine de Béconne : on voit qu'une installation de ce genre peut être réalisée fort simplement et ne demande qu'une petite construction, près de la chute utilisée, suffisante pour abriter les machines.

Les deux lignes, qui conduisent le courant à Dieulefit et à Valréas, sont complétement aériennes, tant au dehors des villes qu'en dedans, et formées de fils nus reposant sur des isolateurs en porcelaine.

La ligne de Dieulefit, qui est la plus courte, est constituée par un fil en bronze silicieux de 3,2 mm. de diamètre; elle a une résistance de 11,8 ohms. Celle de Valréas est formée d'un câble de même substance, ayant 33 millimètres carrés de section et 16,1 ohms de résistance. Deux fils téléphoniques, posés sur les mêmes poteaux que les premiers conducteurs, assurent entre l'usine et les deux villes les communications nécessaires au service.



Fig. 1056. — Disposition des transformateurs Zipernowsky et des conducteurs dans les rues de Dieulefit. (Figure communiquée par MM. Ganz et Cie, de Budapest.)

Dans les villes, les conducteurs reposent le plus souvent sur des supports fixés au faîte des maisons et inaccessibles au public. Les réseaux ont des formes différentes, suivant la configuration des deux villes. A Valréas, qui présente presque la forme d'un cercle, la distribution a pu être faite en bouquet à partir d'un seul point central. Il n'en est pas de même à Dieulefit, qui s'étend tout en longueur sur une distance de 3 kilomètres environ.

Dans chacune de ces villes, le circuit primaire alimente des transformateurs secondaires, du système Zipernowsky, Déri et Blathy. Ces transformateurs sont placés dans des caisses en zinc sur des consoles en fonte, appliquées sur les murs extérieurs des maisons (fig. 1056). Dans les rues, les fils secondaires qui alimentent les lampes sont nus comme les conducteurs primaires; dans les lanternes publiques et dans les installations privées, ils sont soigneusement isolés.

L'installation de Dieulefit comprend 115 lampes, dont 16 de 16 bougies pour l'éclairage public, 3 de même intensité et 55 de 10 bougies pour l'éclairage privé. La ville de Valréas possède 66 lampes de 16 bougies pour l'éclairage public et pour l'éclairage privé, 20 lampes de 5 bougies, 101 lampes de 10 bougies et 46 de 16 bougies, en tout 233 lampes.

Transmission à petite distance.

Lorsque la distance est petite, inférieure par exemple à quelques kilomètres, souvent même à quelques centaines de mètres, il est facile de constituer la ligne par du fil assez gros pour rendre très faible la perte d'énergie due à l'échauffement et d'isoler parfaitement ce conducteur. La plus grosse difficulté est ainsi supprimée, et la transmission électrique de l'énergie peut donner un meilleur rendement. C'est ainsi que cette transmission a pu être appliquée déjà aux tramways, bateaux, aérostats, aux machines-outils et appareils de levage, grues, cabestans, haveuses, ponts roulants, ponts tournants, ponts transbordeurs (Voy. Supplément), ventilateurs, etc. On trouvera à chacun de ces mots les renseignements relatifs à ces différentes applications.

Nous signalerons seulement ici l'emploi de la transmission électrique dans les mines, où les moteurs électriques, à cause de leur légèreté, de leur faible volume et de leur facile transport peuvent être d'un grand secours dans bien des cas. Citons notamment l'élévation des bennes, la traction des wagonnets (Voy. Tramway), la manœuvre des pompes d'épuisement, la ventilation, le forage des trous de mines (Voy. Haveuse), etc.

Dans les mines de Blanzy, on employa, dès 1881, deux machines Gramme pour actionner un ventilateur au puits Saint-Claude. Les travaux du puits s'étant trouvés arrêtés, les machines devinrent disponibles, et M. Graillot, ingénieur du puits Sainte-Élisabeth, songea à s'en servir pour un service de distribution d'eau, consistant à puiser l'eau de la Sorme et à la refouler à une distance de 290 mètres, à un niveau supérieur de 20 mètres. Les deux machines Gramme sont éloignées de 775 mètres, et la réceptrice actionne directement une pompe centrifuge de Dumont.

Les deux câbles de transmission sont seulement placés sur des poteaux télégraphiques et fixés par des chapeaux en bois. Le câble d'aller est formé de 7 fils de cuivre de 1,1 millimètre, entourés de toile goudronnée et de caoutchouc; celui de retour comprend trois torons de 4 fils de fer n° 12, de 1,8 millimètre de diamètre. Cette disposition a paru suffisante jusqu'à présent. La génératrice fait 1600 tours, la réceptrice 1200; la pompe fournit 5400 litres par heure. Le rendement n'a pas pu être mesuré exactement; mais, le matériel électrique existant déjà, les dépenses d'installation ont été à peu près nulles.

Dans la mine de Trafalgar, dans la forêt de Dean, l'électricité actionne une pompe d'épuisement à double action, munie d'un piston plongeur de 225 millimètres de diamètre et de 250 millimètres de course. La pompe fait 25 tours et le moteur qui la commande, du système Elwell Parker, 650 tours par minute.

La génératrice, du même système, est située à l'extérieur, près de l'entrée du puits, et donne 23 chevaux à la vitesse de 950 tours; elle est mue par une machine à vapeur de 30 chevaux.

Le courant est amené au moteur, situé sous terre, par un câble en cuivre de 1800 mètres, à enveloppe isolante, protégé dans le puits par des caisses en bois, et soutenu dans les galeries par des isolateurs en porcelaine. Le retour se fait par un vieux câble en fer fixé au guidage et aux poteaux. Le rendement de la transmission est de 60 p. 100; mais le rendement en eau élevée est seulement de 35 p. 100. Les frais sont d'environ 15 centimes par mètre cube d'eau, ce qui réalise une économie de 12000 francs par an.

Dans les mines de New-Stassfurt, en Allemagne, l'électricité actionne depuis 1885 une machine à molette pour l'extraction des sels de potasse. La génératrice est située hors de la mine, à 155 mètres environ du puits, qui a 360 mètres de profondeur. La réceptrice est à 40 mètres environ de l'extrémité inférieure: la distance est donc de 555 mètres. Les conducteurs sont en cuivre nu à l'extérieur; dans l'intérieur du puits et de la mine, ils sont isolés et protégés par une couverture en bois. La génératrice donne 370 volts et 22 ampères. La réceptrice a une vitesse de 1000 tours. Les deux machines sont compound et du système Siemens. Le rendement de la transmission électrique est d'environ 53 p. 100.

On trouvera à l'article Règlement le décret du 15 mai 1888, relatif à l'installation des conducteurs destinés à l'éclairage et à la transmission de l'énergie.

TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE SIMULTANÉE. — On donne ce nom à différents procédés qui permettent d'expédier simultanément

usieurs dépêches par le même fil, soit dans même sens, soit en sens contraire. Nous insisterons surtout sur la méthode duplex, qui t la plus employée.

Transmission duplex. — Procédé permettant envoyer par le même fil deux dépêches simulnées et de sens contraire, et qui consiste à ire passer le courant à la fois dans les deux cepteurs et à annuler son effet dans le récepur du poste qui transmet, soit par une dispotion convenable des communications, soit par courant d'une autre pile. Les premières tentives eurent lieu vers 1853. M. Siemens consuisit vers la même époque un appareil donnt une solution mécanique de la question; mais la transmission duplex n'est réellement appliquée que depuis la découverte de la méthode différentielle, imaginée par M. Stearn. Cette méthode et celle du pont de Wheatstone sont les deux plus employées. Nous citerons encore celle de la bifurcation des bobines, celles de M. Tommasi, de M. Orduña, de MM. Brasseur et de Sussex.

Méthode différentielle. — La transmission duplex peut s'appliquer à tous les appareils. Nous prendrons comme exemple le télégraphe Morse.

Les deux postes sont identiques, mais ils font usage, l'un de courants positifs, l'autre de courants négatifs. Dans chacun d'eux, le récepteur, M par exemple, est muni d'un relais

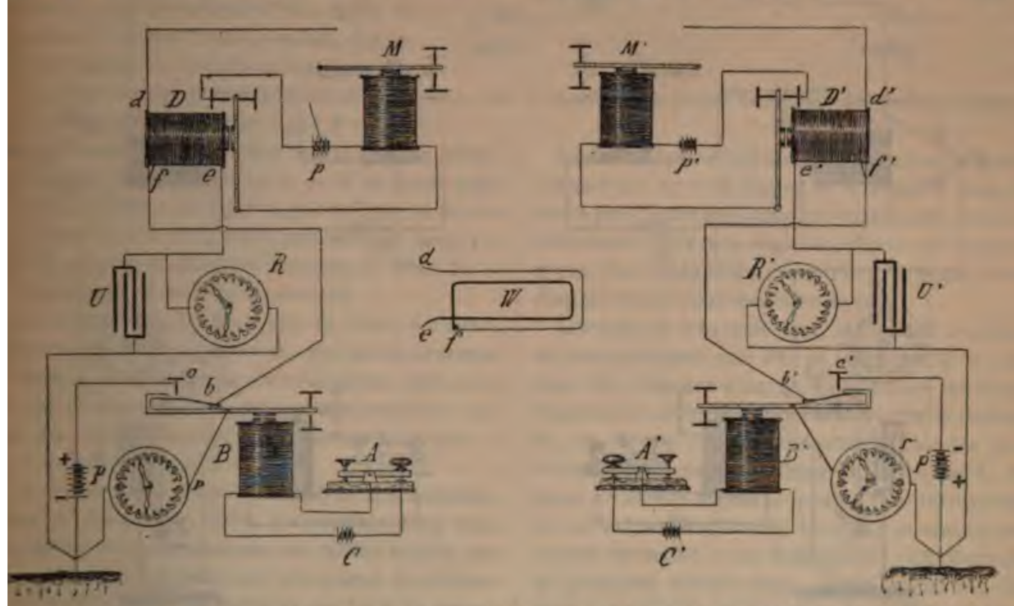


Fig. 1057. — Diagramme du système duplex par la méthode différentielle de Stearn.

fférentiel, constitué par un électro-aimant D g. 1057), qui porte deux fils de même diamè- enroulés en sens inverse, de sorte que, si même courant traverse simultanément les ux fils, le noyau ne prend aucune aimantan. Mais, si l'une des dérivations est rendue is intense par le courant venant de l'autre ste, le relais s'aimante, la palette est attirée ferme le circuit local de la pile p sur le cepteur M, qui trace un signal. Le diagramme montre le mode d'enroulement des deux fils r le relais D; on les a figurés par des traits égaux pour les distinguer, mais en réalité ils nt identiques. L'entrée de l'un des fils d est communication avec la ligne; sa sortie est ttachée en f à l'entrée du second, dont la sortie e communique avec un rhéostat R et l'une des armatures d'un condensateur U, mis à la terre par son autre armature.

En A est un manipulateur Morse ordinaire, mis en circuit avec une pile C et un relais transmetteur B. L'armature du relais B est portée par un levier dont l'autre extrémité se recourbe deux fois à angle droit, et qui est muni d'un ressort isolé à son point fixe b et s'appuyant d'autre part sur la partie recourbée du levier, quand l'armature est au repos.

Lorsqu'on appuie sur le manipulateur A, l'armature du relais B est attirée, et, l'autre extrémité du levier se soulevant, le contact c appuie sur le ressort b et l'isole de l'armature. Le courant de la pile de ligne P passe alors par c

et *b*, se bifurque en *f* et traverse en sens inverses les deux fils du relais différentiel D, qui ne s'aimante pas. L'un des deux courants dérivés sort en *d* et se rend par la ligne à l'autre poste. L'autre courant sort en *e* et se rend à la terre par le rhéostat R. Ce rhéostat doit avoir une résistance égale à celle de la ligne, pour que les deux courants dérivés soient égaux. Lorsqu'on cesse d'appuyer sur le manipulateur A, la palette du relais B s'écarte ; le ressort *b* revient au contact de la partie coudée du levier. La pile de ligne est isolée en *c* et la ligne est mise à la terre par le relais D, le fil *f*, *b*, le levier et le rhéostat *r*. On voit donc qu'un poste peut envoyer une dépêche : actionner son propre récepteur.

Le courant lancé par le premier poste a par la ligne au second, pénètre en *d'* da relais différentiel D', parcourt le fil qu représenté en W par un trait fin, sort en va à la terre par le ressort *b'* et le rhéos Comme ce courant ne traverse qu'un de du relais différentiel, ce relais s'aiman attire son armature, ce qui ferme le ci local de la pile *p'* et fait fonctionner le r teur M'.

Tout se passe d'une manière analogue que le second poste transmet seul.

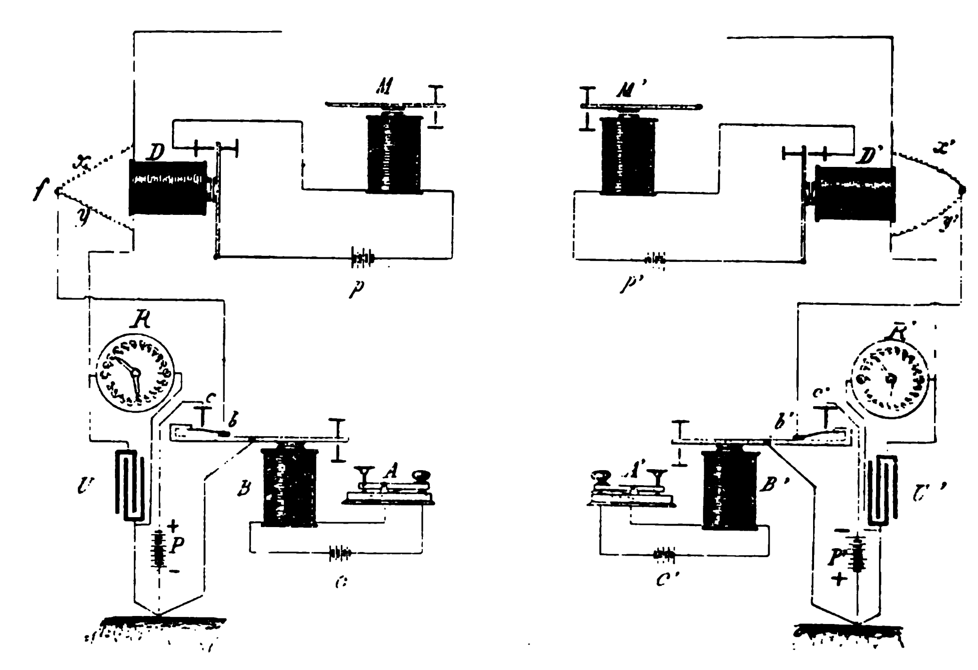


Fig. 1058. — Diagramme du système duplex par la méthode du pont de Wheatstone.

Enfin, si les deux manipulateurs sont abaissés en même temps, les fractions de courant qui traversent les rhéostats R et R' continuent à se perdre à la terre dans la station même ; mais, comme les piles sont de signe contraire, les deux courants qui traversent la ligne s'ajoutent comme si les deux piles étaient montées en série à la même station. Par suite, le fil de chaque relais différentiel qui reçoit ces deux courants a une action plus forte que celle de l'autre fil, qui ne reçoit que l'un des deux courants. Les noyaux de ces relais s'aimantent donc et les deux récepteurs fonctionnent.

Lorsque la longueur de la ligne dépasse 400 ou 450 kilomètres, ou lorsqu'elle contient des câbles sous-marins, il est bon de faire u condensateurs, comme le représente la Ces appareils se placent sur la ligne arti qui va du relais à la terre à travers un tat ; de cette manière, cette ligne se dans les mêmes conditions que la ligne au double point de vue de la résistance phénomènes de condensation qui se pro toujours sur les câbles sous-marins.

La méthode différentielle est très en en Angleterre ; elle a l'inconvénient d des relais d'une construction spécial est employée aussi entre Madrid et V (360 kilomètres), entre Madrid et Séville lomètres), entre Valence et Barcelone

Les deux dernières sont munies de
teurs.

du pont de Wheatstone. — A l'inverse
édente, cette méthode permet d'utili-
aucune modification les récepteurs et
déjà existants. L'ensemble
unications est établi comme
méthode différentielle ; les
sont encore montées en sens
; mais le relais D ne porte
ul fil ; de plus, il est placé
e d'un pont de Wheatstone
quatre branches sont repré-
ar les deux résistances x, y
), le fil qui va à la terre en
par le rhéostat R, enfin la
le poste correspondant. Le re-
me le pont lui-même.

e le manipulateur A est abaissé,
t de la pile de ligne P arrive
me on l'a vu plus haut; là il se bifur-
partie traverse y, R et se perd dans
autre passe par x, par la ligne et arrive
poste. Si les résistances sont bien ré-
cun courant ne traverse le pont D, et
eur M ne fonctionne pas.

rant qui arrive par la ligne à l'autre
divise à son tour; une partie traverse
D' et actionne le récepteur, puis va à
par $y'f'$ et le relais transmetteur, qui
pos; l'autre passe directement par x'
t le premier en f'.

e passe de même lorsque le manipula-
ransmet. Enfin, lorsque les deux ma-
urs sont abaissés en même temps, les
de courants qui traversent les rhéos-
R' vont toujours se perdre à la terre ;
i traversent les relais DD' s'ajoutent et
cher les deux récepteurs.

thode du pont de Wheatstone est géné-
t préférée à la méthode différentielle
lignes sous-marines. On fait alors usage
nsateurs, comme le montre la figure.
ons indiqué plus haut l'utilité de ces
. Citons notamment la ligne d'Aden à
(1827 milles marins).

e de la bifurcation des bobines. — Cette
est celle dont on se sert généralement
e, où le système duplex est d'ailleurs
loyé. La disposition est très simple et
site aucun relais : il suffit que, dans
écepteur, les deux bobines soient sen-
t d'égale résistance. La figure 1059
la manière d'établir les communica-
ans le poste M, le pôle positif de la
pile s'attache, comme d'ordinaire, à la borne P du manipulateur, mais la borne L de celui-ci est reliée au milieu de la culasse de l'électro-aimant du récepteur, tandis que la troisième borne A est mise à la terre.

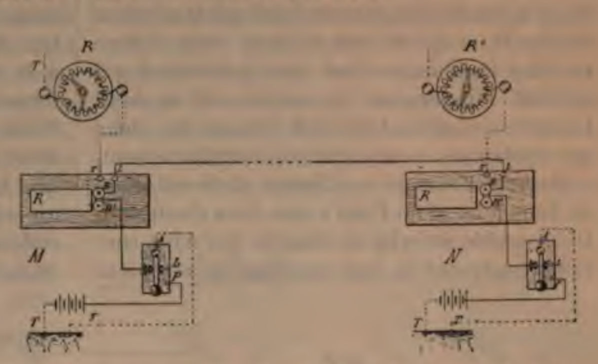


Fig. 1059. — Diagramme du système duplex par la bifurcation des bobines.

La borne L du récepteur communique, comme d'habitude, avec la ligne, et la borne T avec la terre par l'intermédiaire du rhéostat R, dont la résistance doit être égale à celle de la ligne et d'une des bobines du récepteur. Le poste N est disposé d'une manière identique.

Lorsque M transmet seul, le courant traverse le manipulateur par PL, et, arrivant à la culasse de l'électro-aimant, se partage en deux dérivations, dont l'une va à la terre par la bobine B', la borne T et le rhéostat R, tandis que l'autre passe par la bobine B, la borne L, la ligne et arrive à l'autre poste. Les dérivations ayant même résistance, les deux courants ont même intensité et les bobines du récepteur de M prennent toutes deux une aimantation de même sens : il se forme par exemple deux pôles nord en haut et deux pôles sud en bas. L'armature n'est donc pas attirée, et le récepteur ne fonctionne pas.

Le courant qui traverse la ligne arrive au récepteur de N par la borne L, traverse la bobine B et trouve ensuite deux dérivations : l'une, formée de la bobine B' et du rhéostat R', est très résistante; l'autre, qui va à la terre par la borne L du manipulateur, le levier et la borne A, n'a qu'une résistance négligeable. Le partage se faisant en raison inverse des résistances, le courant presque tout entier passe par le manipulateur, et la bobine B' n'en reçoit qu'une fraction extrêmement faible. La bobine B est donc seule aimantée et attire l'armature, de sorte que la molette imprime un signal.

Si le poste N transmet seul, tout se passe d'une manière analogue.

Enfin, lorsque les deux postes transmettent simultanément, la communication des manipulateurs à la terre par les bornes A est interrompue, mais les deux courants qui traversent la ligne sont de sens contraire et s'annulent. D'ailleurs la fraction du courant local qui traverse la bobine B' et le rhéostat aimante cette bobine et attire l'armature. C'est donc la bobine B qui produit l'impression lorsqu'un seul appareil travaille; c'est la bobine B' lorsque les deux manipulateurs sont abaissés simultanément.

Méthode Tommasi. — Chaque poste est muni de deux piles, dont l'une a une force électromotrice double de celle de l'autre. Les deux courants traversent en sens contraire le récepteur du poste qui transmet et s'y annulen piles de l'un des postes sont positives, ce l'autre négatives. Chaque poste possède e: une bobine de résistance et un appareil ordinaire, dont le manipulateur seul e: rement modifié. La borne L de ce ma teur est reliée à la pile la plus forte, la l à la sortie du récepteur et à la ligne p termédiaire de la résistance. La pile faible communique avec une borne pla dessus de l'autre extrémité de la clef, que la borne marquée A (fig. 1059) es au sol. Au repos, les deux piles sor isolées. Lorsqu'on appuie sur le manipı on rompt le contact de la terre en A, et l

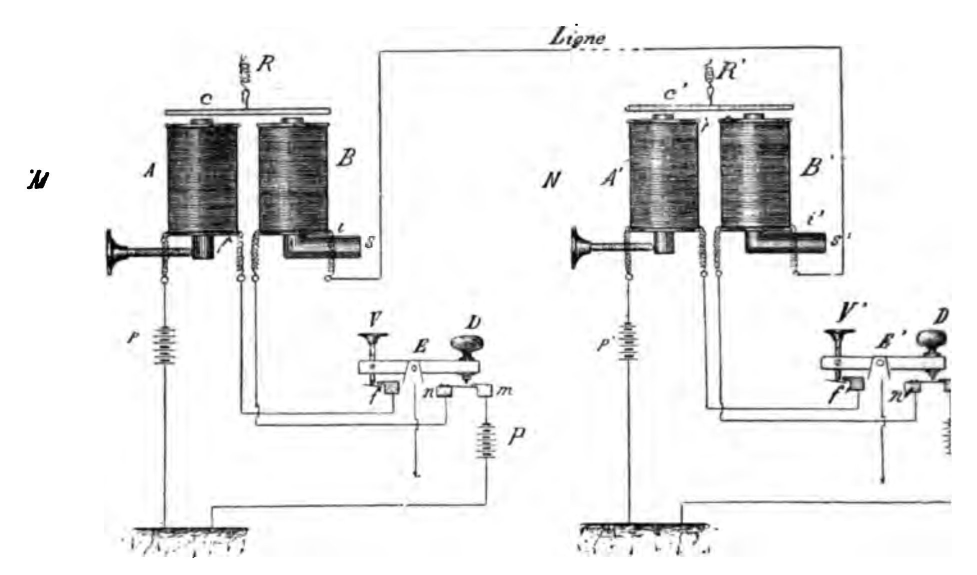


Fig. 1060. — Diagramme du système duplex par la méthode Orduña.

communiquer, par une pièce accessoire, la pile faible avec l'entrée du récepteur. D'autre part, on met la pile forte en rapport avec la sortie du même récepteur par les bornes LP et la résistance. Si cette résistance est convenablement choisie, les deux courants se neutralisent et le récepteur ne fonctionne pas. Dans la ligne, au contraire, les dérivations provenant des deux piles s'ajoutent. Arrivé à l'autre poste, ce courant traverse le récepteur, qu'il actionne, et se rend à la terre par la pièce accessoire du manipulateur et la borne A.

Quand les deux postes transmettent simultanément, tout se passe de même. Les effets des deux piles s'annulent toujours dans le poste transmetteur et s'ajoutent dans l'autre. Le courant qui fait fonctionner un récepteur arrive encore à la pièce accessoire du manip mais, cette pièce n'étant plus en cont la borne A, il se bifurque et va à la traversant les deux piles.

Méthode Orduña. — Chaque poste encore deux piles, mais elles sont toute positives. Dans chaque récepteur, l' bobines, B ou B', est polarisée par le d'un aimant permanent; mais le ressor empêche l'attraction de l'armature (fi Les signaux sont produits soit par l mantation des bobines BB', soit par l' tion des bobines AA'; dans les deux cas, tion est augmentée et devient assez fo vaincre l'action antagoniste des ressorts

Les deux postes sont identiques : l bobines de chaque récepteur sont

ictes, et les enclumes des manipula- modifiées. En M par exemple, l'en- rieure est formée de deux pièces *mn*, repos par un ressort fixé à cette a première *m* est reliée au pôle posi- de ligne P. La pièce *n* est en rapport ée de la bobine polarisée B, dont ommunique avec la ligne. L'enclume est formée d'une pièce munie d'un t reliée à l'entrée de la bobine A, tie aboutit au pôle positif de la pile tte pièce est disposée de telle sorte sort *f* la met en contact avec la d on appuie sur le bouton D du ur. Au repos, ce contact n'a pas pile *p* est isolée. Les massifs EE' anipulateurs sont à la terre, ainsi les négatifs des quatre piles. On repos les deux piles de ligne PP' rcuit fermé, mais leurs courants la ligne et les bobines BB' en raire et s'annulent. Les récep- nctionnent pas.

n appuie sur l'un des manipula- r exemple, le bouton D rompt le P entre *m* et *n*, en appuyant sur La pile P est alors reliée au sol ligne et les bobines BB' ne reçoivent e courant de la pile P'. Dans la bo- courant a un sens tel qu'il produit nantation, capable de vaincre la ré- ı ressort R' ; l'armature *c'* est attirée pteur fonctionne. En B, au contraire, t produit une désaimantation. Il est manœuvre du manipulateur a fermé le la pile *p* sur la bobine A ; mais il est égler l'appareil pour que l'aimanta- te bobine ne suffise pas à attirer l'ar- le récepteur reste donc immobile.

t de même si le poste N transmet

eux postes transmettent en même circuits des deux piles PP' sont ix deux manipulateurs; les bobines uent donc à attirer les armatures *cc'* me force, puisque les deux courants s'annulaient. D'autre part, les cou- piles locales *pp'* traversent les bo- dont l'attraction s'ajoute à celle des larisés de BB'. La somme des deux est suffisante pour attirer les palettes, récepteurs fonctionnent.

ge se fait en rapprochant ou éloi- bobines AA' des bobines polarisées yen de vis et de crémaillères.

Méthode Brasseur et de Sussex. — Comme les précédentes, cette méthode n'exige ni relais ni condensateurs. Les communications sont établies comme dans la méthode de bifurcation des bobines. Chaque poste n'a qu'une pile, mise à la terre par son pôle négatif, et reliée par le pôle positif à la borne P du manipulateur, dont la borne L communique avec le milieu de la culasse du récepteur et la borne extrême avec le sol. La modification consiste dans l'addition, au-dessus de la palette *pp'*, d'un second électro-aimant, dont les noyaux

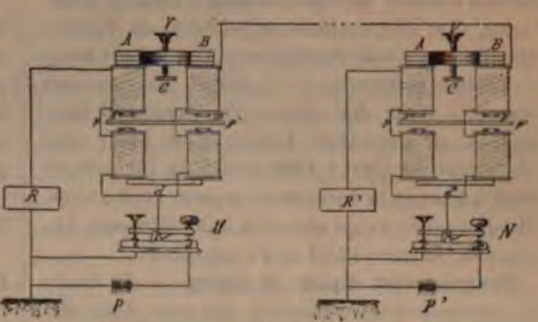


Fig. 1061. — Diagramme du système duplex par la méthode Brasseur et de Sussex.

sont polarisés par l'aimant permanent AB, de sorte qu'on ait un pôle nord en A', un pôle sud en B'. Le réglage se fait à l'aide des vis V. Au repos, la palette *pp'* reste collée aux pôles A'B'. Dans les deux électro-aimants du même poste, les bobines superposées sont réunies ensemble ; celles de gauche sont en outre reliées à la terre par l'intermédiaire d'un rhéostat R, celles de droite à la ligne.

Quand le poste M transmet seul, le courant de la pile *p* passe par le manipulateur, arrive en *d* et se bifurque; l'une des dérivations traverse les bobines de gauche, le rhéostat R et se perd dans le sol. L'autre se rend à la ligne par les bobines de droite. Ces courants déterminent par exemple deux pôles nord au sommet des bobines du récepteur, et deux pôles sud au bas des bobines de l'électro-aimant polarisé. Les actions de ces quatre pôles se neutralisent et n'ont aucun effet sur la palette *pp'*. Celle-ci reste donc adhérente aux pôles A'B'.

Le courant qui arrive en N traverse d'abord les bobines de droite, puis se divise en *d'* ; une partie extrêmement faible traverse les bobines de gauche et le rhéostat R' et ne produit qu'un effet négligeable; la plus grande partie va directement à la terre par le manipulateur N. Dans les bobines de droite, le courant déter-

mine en B' un pôle nord qui annule l'attraction du noyau polarisé et aimante l'électro inférieur, qui se comporte comme un électro-aimant boiteux et attire l'armature *pp'*. Le récepteur fonctionne donc.

Lorsque le poste N transment seul, tout se passe de même.

Si les deux postes travaillent en même temps, les deux courants de ligne sont de sens contraire et s'annulent. Ce sont les couraυts locaux, traversant les bobines de gauche, qui produisent l'attraction. Les rhéostats RR' sont formés chacun de trois bobines d'inégale résistance, que l'on emploie selon l'état de l'atmosphère, et qui sont marquées : « Temps très sec, » « Temps ordinaire, » « Dégel ou mauvais temps. » Pour des lignes d'environ 100 kilomètres, la première bobine doit avoir une résistance de 1800 à 1900 unités, la seconde de 1500 unités et la dernière d'environ 1150 unités. Chaque poste exige alors 10 à 20 éléments Leclanché, suivant l'état de l'atmosphère.

Transmission diplex ou biplex. — Ce mode de transmission consiste à envoyer deux dépêches à la fois dans le même sens. La meilleure solution consiste à faire usage d'appareils à transmissions multiples (Voy. Télégraphe). On peut encore se servir de courants alternativement positifs et négatifs et de récepteurs fonctionnant seulement, l'un sous l'action des premicrs, l'autre sous celle des seconds. Dans d'autres systèmes, on a plusieurs piles d'intensité différente et des récepteurs qui ne fonctionnent que sous l'action de combinaisons déterminées de ces piles. M. Boscha à Leyde et M. Stark à Vienne ont donné les premières solutions du problème. M. Sieur a imaginé aussi plusieurs systèmes.

Transmission quadruplex. — Mode de transmission qui permet d'envoyer quatre dépêches simultanément dans le même fil, deux dans un sens et deux dans l'autre. C'est une combinaison des deux systèmes duplex et diplex.

M. Preece se sert d'un courant continu dont on change le sens et dont on fait varier l'énergie. On emploie en outre deux relais tonctionnant, l'un par les changements de sens du courant, l'autre par les variations d'intensité. Les uns sont analogues aux relais différentiels de Stearn, les autres sont des relais polarisés de Siemens, décrits à l'article Relais.

Le système quadruplex s'applique aux télégraphes imprimeurs comme aux appareils Morse. Il est employé notamment en Angleterre, entre Londres et Liverpool, et en Amérique, de New-York à Boston et de à Washington.

Transmission multiplex. — Mode mission permettant d'expédier plu pêches simultanément, dans le mêm en sens contraire. On emploie gén pour cela les appareils à transmissions décrits plus haut (Voy. Télégraphe).

Cependant un inventeur de Chicago, a imaginé un appareil pour la tr sextuple, qui permet de lancer à la dépêches dans un sens et trois dans

« Les organes de manipulation con trois manipulateurs, agissant en loca relais, ouvrant ou fermant le circu piles d'intensité différente, dont l peuvent s'ajouter; les forces électron ces piles peuvent être représentées pa par 1,2,4; un commutateur inverse changer le sens des courants envo ligne.

« Cet arrangement permet de me huit combinaisons de courants, dif leur sens ou par leur densité, savo courants positifs inégaux en énerg courants négatifs de force dissemb commutateur rond a en outre pou mettre à votonté la ligne à la terre une résistance égale à celle du circui dans l'intérieur du poste.

« Les organes de réception con trois parleurs, dont l'emploi est g Amérique, et qui, ici, sont actionnés rents relais. Le premier fonctionne p médiaire d'un relais polarisé Siemens fois que les courants sont renversés autres obéissent à des relais non fonctionnant sous l'influence de co sitifs ou négatifs, mais dont les resso nistes sont gradués de telle sorte qu' intensité égale à 5, par exemple, p l'armature du dernier relais, tandis sont suffisants pour agir respectivem deux premiers relais. Les palettes a ces différents relais ferment des circ à travers un relais différentiel et un dinaire; là, les courants locaux s'a laissent les relais inactifs, ou bien s les font fonctionner. Les deux parleu également dans un circuit local dont à titre d'interrupteurs les palettes de frappent les signaux ou restent mu que les palettes des relais sont a

« Un condensateur placé sur de ligne se décharge dans les

ns de courant, et empêche ainsi les relais de se mouvoir jusqu'à l'arnouvelle émission. » (MONTILLOT, *La ctuelle.*)

SSION TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉ- SIMULTANÉES. — Procédé perchanger simultanément, par le ns le même sens ou en sens concommunications télégraphiques et es. M. Van Rysselberghe et M. Maiche des solutions de ce problème. (Voy. AR LES FILS TÉLÉGRAPHIQUES.)

SSION TÉLÉPHONIQUE SIMULTA- cédé permettant d'échanger simulpar le même fil, dans le même sens inverse, plusieurs communications es.

asi a proposé un système fondé stance auditive. L'expérience mon- continue à être perçu par l'oreille le seconde après qu'il a cessé de se dre. Donc, si l'on produit dans un phonique des interruptions infé- de seconde, la communication ne ent gênée. S'appuyant sur ce prinmasi propose de placer aux deux exla ligne deux distributeurs parfaiterones, et formés d'un balai tour- disque divisé en secteurs isolés, un à l'un des appareils destinés à sion simultanée. Tous ces appant d'autre part en communicanente avec le second fil de ligne. vrait faire au moins 32 tours par it environ 2000 tours par minute. permettrait peut-être de réduire , qui est considérable.

ce Leblanc a proposé également nes, dont l'un repose encore sur distributeurs isochrones; l'autre diapasons vibrant assez rapidement s donner de sons perceptibles. Ces dés n'ont pas encore reçu le conpérience.

RT ÉLECTRIQUE DE LA FORCE. NSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE.

. — On sait qu'en mécanique on ail d'une force le produit de l'intente force par le chemin *e* parcouru t d'application, si ce point se meut ction même de la force. Si au conce fait un certain angle α avec cette travail est le produit du chemin parcouru par la projection de la force sur ce chemin

$$T = Fe \cos \alpha.$$

Unité de travail. — On se sert souvent dans la pratique du *kilogrammètre*, qui est le travail nécessaire pour élever 1 kilogramme à 1 mètre de hauteur.

Dans le système C.G.S., l'unité de travail est l'*erg*, c'est-à-dire le travail produit par une force d'une dyne dont le point d'application se déplace de 1 centimètre. Le kilogrammètre vaut 981×10^5 ergs (Voy. UNITÉS).

Travail électrique. — Il est généralement impossible de déplacer une masse électrique dans un champ sans que les forces électriques produisent un certain travail, positif ou négatif. Il est évident que, si l'on transporte une masse déterminée d'un point A à un autre point B, le travail électrique dépend uniquement de la position de ces deux points et nullement du chemin suivi; car, s'il en était autrement, on pourrait, en faisant circuler une masse électrique entre ces deux points par deux chemins différents, produire une quantité indéfinie de travail sans une dépense équivalente, ce qui est contraire au principe de la conservation de l'énergie.

Si l'on déplace une masse électrique M le long d'une surface de niveau, le travail électrique est nul, car la force est constamment perpendiculaire à la trajectoire. Le travail est donc constant lorsqu'on transporte cette masse d'un point quelconque de la surface de potentiel V_1 à un point quelconque de la surface de potentiel V_2.

Il a pour expression

$$M(V_1 - V_2).$$

Pour la même raison, le travail correspondant au déplacement d'une masse électrique depuis un point P du champ jusqu'à un point quelconque de la surface d'un conducteur est constant.

On voit donc que le travail électrique, comme celui de la pesanteur, se présente sous la forme d'un produit de deux facteurs : la masse électrique, qui correspond à la masse du corps qui tombe, et la différence de potentiel, qui correspond à la hauteur de chute.

Travail d'un courant. — Le travail d'un courant se présente encore sous une forme analogue. Le travail correspondant au circuit entier est égal au produit de la quantité d'électricité qui traverse le circuit par la force électromotrice.

Si I est l'intensité du courant, la quantité d'électricité transportée en t secondes est It, mesurée en coulombs; soit E la force électromotrice en volts; le travail est EIt, exprimé en *volts-coulombs* ou en joules. En une seconde le travail serait EI ; c'est la puissance du courant, exprimée en volts-ampères ou en watts.

Travail absorbé dans un conducteur. — Le travail absorbé par un conducteur de résistance R, intercalé dans un circuit électrique, a la même expression que le précédent, en remplaçant la force électrique E par la différence de potentiel e aux deux extrémités de ce conducteur. C'est donc eit ou i^2Rt.

Le kilogrammètre vaut environ 9,81 joules.

Travail électromagnétique. — Lorsqu'un circuit fermé, placé dans un champ, subit un déplacement ou une déformation amenant une variation du flux de force, on démontre que le travail est égal au produit de l'intensité du courant par la variation du flux.

Travail maximum. — Nous avons montré plus haut (voy. Transmission électrique de l'énergie) que le travail utile produit por une machine d'induction est maximum lorsque l'intensité est la moitié de ce qu'elle serait si le courant traversait le même circuit sans produire aucun travail. Il en est de même pour les piles; on le démontrerait de la même façon.

Travail électrique des métaux. — Voy. Soudure, Galvanoplastie, etc.

TREMBLEMENT DE TERRE. — Il y a fort longtemps qu'on a songé à attribuer les tremblements de terre à l'électricité. Cette opinion est appuyée par ce fait que ces phénomènes sont toujours accompagnés de perturbations magnétiques et de phénomènes électriques.

TREMBLEUR ÉLECTRIQUE. — On donne souvent ce nom, dans les chemins de fer, aux sonneries de contrôle des disques.

TREMBLEUSE (Sonnerie). — Voy. Sonnerie.

TREMPE PAR L'ÉLECTRICITÉ. — La compagnie Sedgwick, de Chicago, trempe les ressorts de montre de la manière suivante. Une petite dynamo communique avec deux tiges dont l'une plonge dans un bain d'huile. Le fil d'acier, placé entre les deux tiges, est porté au rouge et plongé dans l'huile lorsque sa surface a pris la coloration convenable.

TREUIL ÉLECTRIQUE. — Treuil mû par l'électricité; c'est une application de la transmission électrique de l'énergie. La Compagnie du chemin de fer du Nord a cherché, en 1884, à substituer un treuil électrique à la manutention à bras des marchandises en sacs, telles que les sucres et les grains, afin d'abaisser le prix de cette manutention, qui s'élevait au moins à 30 centimes par tonne. Les premiers essais furent faits avec un treuil Mégy, qui parut trop lent, puis avec un appareil établi sur les indications de M. Sartiaux, qui empruntait la force motrice à une machine de l'éclairage électrique de la Chapelle et la transmettait, à plusieurs centaines de mètres, à un treuil mobile sur un chemin de roulement, dans la halle aux sucres.

L'appareil actuel, exposé en 1889, a été construit par la Société de la transmission de la force par l'électricité. Il est formé d'un chariot à quatre roues, sur lequel sont montées deux machines, l'une pour donner au chariot le mouvement d'avance ou de recul sur les rails du chemin de roulement, l'autre pour communiquer au crochet qui porte les sacs le mouvement d'élévation et de descente. La marche en avant ou en arrière est produite par un changement de sens du courant dans la première machine ; la transmission de la rotation de l'arbre de l'induit se fait au moyen de roues dentées qui commandent l'un des essieux du chariot. Dans la seconde machine, la rotation de l'induit se communique, dans un sens ou dans l'autre, par l'intermédiaire d'un pignon denté, à l'aide d'une vis hélicoïdale engrenant avec une roue à noix, autour de laquelle passe la chaîne qui supporte les sacs.

Le courant est fourni par une dynamo quelconque ou une batterie d'accumulateurs, pouvant donner 25 ampères sous 100 ou 200 volts aux bornes des réceptrices. La mise en marche se fait à l'aide d'un double commutateur inverseur, relié à des résistances de maillechort calculées pour amener graduellement le courant dans les réceptrices.

Enfin le courant est transmis aux machines du treuil par des contacts à ressorts, frottant sur des languettes en laiton fixées sur des madriers en bois, établis à l'intérieur du chemin de roulement. Dans les essais, cet appareil a pu, en trente-cinq secondes, prendre sur un wagon, élever, porter à 23 mètres sur le chemin de roulement, et descendre un fardeau de 140 kilogrammes, puis revenir au point de départ. Le prix de la manutention arrivera sans doute ainsi à se trouver notablement abaissé.

Il existe actuellement beaucoup d'appareils analogues. Nous citerons encore le treuil à déclenchement électrique de M. Larochette, pour la manœuvre des rideaux de fer des théâtres. Le treuil est retenu par une détente solidaire de l'armature d'un électro-aimant. En appuyant

sur un bouton, on lance dans l'électro le courant de neuf éléments Leclanché. L'armature est attirée, le treuil tourne et le rideau descend. Un volant sert à régulariser le mouvement. On peut placer des boutons en divers endroits du théâtre, de façon que la manœuvre puisse être commandée de ces différents points.

TRICYCLE ÉLECTRIQUE. — Tricycle mû par l'électricité ; application de la traction électrique. Dans ce cas particulier, le véhicule, devant se mouvoir sur les routes ordinaires, porte avec lui sa source d'électricité. On est donc réduit à employer les piles ou les accumulateurs. C'est généralement à ces derniers que les constructeurs ont donné la préférence. Ils sont disposés sur une planchette à la partie inférieure (fig. 1062) et actionnent un moteur dissimulé sous le siège. Ce moteur met en marche une des deux grandes roues, celle de gauche, par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue dentée. Un commutateur placé à portée de la main permet d'arrêter le tricycle, de le



Fig. 1062. — Tricycles électriques.

mettre en marche ou de modifier suivant les besoins le nombre des accumulateurs intercalés dans le circuit. Enfin, le soir, les accumulateurs fournissent également la lumière et actionnent une lampe à incandescence munie d'un réflecteur et placée à l'avant.

TRIEUR MAGNÉTIQUE. — Il existe un certain nombre d'appareils destinés à séparer les limailles magnétiques de celles qui ne le sont pas en utilisant l'attraction des aimants. Nous avons décrit au mot Électro-trieuse les machines munies d'électro-aimants, comme le séparateur magnétique d'Edison. D'autres portent au contraire des aimants permanents.

Tel est le trieur magnéto-mécanique de M. Vavin (fig. 1063). La limaille, les riblons gros ou petits sont placés dans une trémie E, d'où ils tombent sur un plan incliné F, doué d'un mouvement oscillatoire latéral, qui les distribue uniformément sur l'appareil chargé du triage. Cet appareil comprend deux cylindres A et B superposés, tournant dans le même sens, et dont la surface est formée de bandes en fer doux *ccc*, séparées par des bandes de cuivre *ooo*. Chaque lame de fer est en contact avec une série d'aimants enchevêtrés *aaa*, dont les branches

s'appuient sur deux lames successives, pour faire alterner les pôles. Ce qui échappe au cylindre A est nécessairement trié par le cylindre B. Les limailles magnétiques s'attachent aux parois des cylindres; elles en sont ensuite déta-chées par les brosses CD, qui tournent en sen contraire des cylindres, et s'accumulent dan la boîte de gauche. Les parcelles non magnét

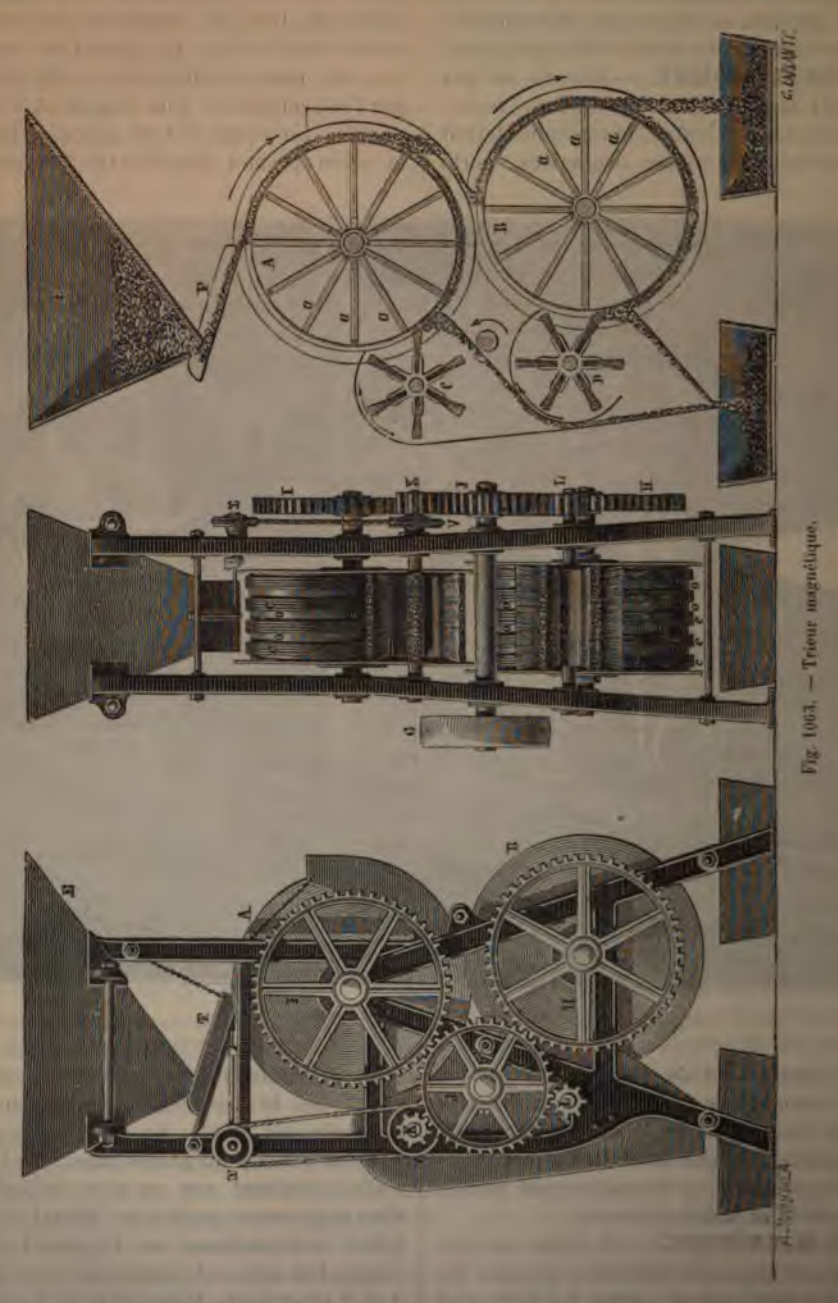


Fig. 1063. — Trieur magnétique.

ques tombent dans la boîte de droite. Les cylindres et les brosses sont commandés par des roues dentées, et l'appareil est mû à la main, au moyen d'une manivelle, ou reçoit le mouvement, par courroie, d'un moteur quelconqu On peut trier environ 300 kilogrammes de maille à l'heure. L'appareil n'a jamais bes d'être réaimanté.

PETTE ÉLECTRIQUE. — En plaçant de :ondensateurs dans le circuit de télé-ıower, M. Herz a pu obtenir des sons tenses pour être entendus dans une alle.

Trompette Zigang. — Voy. SONNERIE ÉLECTRIQUE.

TUBE DE FORCE. — Voy. FORCE ÉLECTRIQUE.

TUBE DE GEISSLER. — Voy. GEISSLER (TUBE DE).

U

ILAIRE (MACHINE). — Machine d'induc- : les courants sont produits par la ro- un disque de cuivre dans un champ [ue ou par celle d'un cylindre de cui- ır d'un pôle d'aimant ou d'électro-ai- 'il enveloppe.

ILARITÉ. — Si l'on place les deux élec- une pile dans une flamme communi- ec le sol, on observe sur l'une des ctrodes une perte de potentiel. Ohm a ce fait à un dépôt de substances iso- roduit par la flamme sur cette élec-

IS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES. ıités dont on se sert actuellement pour ıres électriques et magnétiques sont ées au système d'unités absolues éta- 381 par le Congrès international des ıns; avant de les indiquer, nous croyons résumer les principes fondamentaux de ne.

absolues. — Mesurer une grandeur, rcher combien de fois elle contient une ındeur de même espèce, prise comme l'on veut mesurer des grandeurs d'es- 'érente, qui ne soient liées entre elles ıne relation, on peut faire choix d'uni- pendantes, n'ayant aucun rapport en- pourvu que chaque unité puisse tou- re reproduite identique à elle-même. ısi qu'on mesurait autrefois les lon- à l'aide de la toise, les surfaces au e la perche des eaux et forêts, les vo- vec le setier, unités qui n'ont rien de .

'expérience a montré que les gran- ɜ nature différente sont généralement · certaines relations, qui se traduisent formules algébriques. Ainsi nous avons les actions électriques (Voy. ce mot) portionnelles au produit des masses m et m' des deux points électrisés, et en raison inverse du carré de leur distance d

$$f = k\frac{mm'}{d^2};$$

k est un coefficient numérique qui représente la force exercée entre deux masses électriques égales à 1 et placées à l'unité de distance. La valeur de ce coefficient dépend évidemment des unités choisies pour mesurer les grandeurs qui entrent dans cette formule, et par suite on peut, en choisissant convenablement ces unités, rendre ce coefficient égal à 1, ce qui simplifie la formule. Il suffit pour cela de prendre comme unité de force la force qui s'exerce entre deux masses électriques égales à 1, situées à l'unité de distance, ou, ce qui revient au même, prendre comme unité de quantité d'électricité la quantité qui agit sur une quantité égale, à l'unité de distance, avec l'unité de force adoptée.

Lorsqu'on établit un système d'unités, on peut ainsi obtenir que les cofficients numériques se réduisent à 1 dans un certain nombre de formules; on choisira évidemment les formules les plus importantes.

Tout système de mesures faites avec des unités telles que les coefficients se réduisent à 1 dans les principales formules employées est appelé *système de mesures absolues*. Le système métrique en fournit un bon exemple. En prenant le mètre, le mètre carré et le mètre cube comme unités de longueur, de surface et de volume, on a rendu les cofficients égaux à 1 dans les formules qui donnent la surface d'un rectangle ou le volume d'un parallélipipède rectangle.

Unités fondamentales et unités dérivées. — Le nombre des relations algébriques qu'on peut établir entre les unités de différente nature est généralement inférieur au nombre de ces unités, de sorte qu'il est nécessaire de choisir ar-

bitrairement un certain nombre d'entre elles; ce sont les *unités fondamentales*. On comprend que leur nombre devra être aussi restreint que possible. Ces unités bien définies, on détermine la valeur des autres, qui sont appelées *unités dérivées*, de manière à rendre égaux les coefficients des relations algébriques les plus importantes, comme nous l'avons expliqué plus haut. La relation qui sert à fixer la valeur d'une unité dérivée est la *formule de définition* de cette unité.

Il résulte de là que, dans un système de mesures absolues, les coefficients deviennent égaux à 1 seulement dans les formules de définition. Dans les autres équations, ces coefficients sont généralement simples et leur valeur représente ordinairement une loi. Ainsi la surface d'un triangle équilatéral de côté a a pour expression

$$S = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2.$$

Le coefficient $\frac{\sqrt{3}}{4}$ exprime que la surface de ce triangle est à celle d'un carré de même côté dans le rapport $\frac{\sqrt{3}}{4}$.

Il est clair qu'on pourrait établir, par exemple pour les mesures usitées en physique, plusieurs systèmes de mesures absolues, qui différeraient soit par la nature des unités fondamentales, soit par les dimensions de ces unités (ainsi on peut prendre comme unité de longueur le mètre, le centimètre, etc.), soit enfin par le choix des formules de définition des unités dérivées. Ainsi, l'unité de longueur étant fixée, on peut prendre comme unité de surface celle d'un carré de côté égal à 1, ou celle d'un triangle équilatéral de même côté, etc.

Dimensions des unités dérivées. — Les unités dérivées changent évidemment de valeur quand on modifie la grandeur des unités fondamentales. Ainsi l'unité de surface devient dix mille fois et l'unité de volume un million de fois plus grande, lorsqu'on prend pour unité de longueur le mètre au lieu du centimètre.

L'unité de vitesse se définit à l'aide de la formule

$$e = vt.$$

Elle dépend donc des unités de temps et de longueur. Si l'on modifie ces deux unités, l'unité de vitesse variera en raison directe de l'unité de longueur et en raison inverse de l'unité de temps. Si l'on désigne d'une manière générale par L et T ces deux unités, l'unité de vitesse varie proportionnellement à $\frac{L}{T}$ ou à LT^{-1}. Ce produit représente ce qu'on nomme les *dimensions* de l'unité de vitesse. C'est le produit des puissances des unités fondamentales qui entrent dans l'expression algébrique de cette unité.

Unités pratiques. — Dans un système de mesures absolues, on choisit généralement les unités fondamentales de façon qu'elles conviennent pour la pratique; mais il peut arriver qu'il n'en soit pas de même pour les unités dérivées, qui peuvent se trouver trop grandes ou trop petites. Ainsi, dans le système que nous allons décrire, les unités de travail et de résistance électrique sont beaucoup trop petites pour la pratique, tandis que l'unité de capacité est beaucoup trop grande.

On évite cet inconvénient en faisant choix d'une *unité secondaire* ou *unité pratique*, qui est égale à l'unité absolue correspondante, multipliée ou divisée par une puissance de 10 convenablement choisie; les unités pratiques reçoivent généralement des noms spéciaux.

Enfin, si cela ne suffit pas, on peut encore employer des multiples des unités précédentes dix, cent, mille ou un million de fois plus grands que ces unités, et qu'on désigne à l'aide des préfixes *déca*, *hecto*, *kilo*, *méga*, et des sous-multiples dix, cent, mille ou un million de fois plus petits et qu'on désigne par les préfixes *déci*, *centi*, *milli*, *micro*.

Système d'unités absolues C.G.S.

Gauss a proposé le premier un système d'unités magnétiques fondées sur l'emploi du millimètre, de la masse du milligramme et de la seconde.

En 1861, l'Association Britannique proposa un nouveau système, dont l'emploi fut ratifié en 1881 par le Congrès international des électriciens, et qui est maintenant adopté d'une façon générale.

Unités fondamentales. — Dans ce système, les unités fondamentales sont au nombre de trois, qui sont les unités de longueur, de masse et de temps.

L'unité de longueur est le *centimètre*, c'est-à-dire la centième partie de la longueur à 0° de l'étalon prototype en platine du mètre, conservé aux Archives de Paris depuis le 4 messidor an VII. C'est une unité arbitraire, mais parfaitement définie.

L'unité de masse est la masse du gramme, c'est-à-dire la millième partie de la masse du

l'étalon prototype en platine du kilogramme, déposé aux Archives.

L'unité de temps est la *seconde*, c'est-à-dire $\frac{1}{24 \times 60^2}$ du jour solaire moyen.

A cause du choix de ces trois unités fondamentales, ce système de mesures absolues est généralement désigné sous le nom de système C.G.S.

Unités dérivées. — A l'aide de ces trois unités fondamentales, on a pu définir toutes les autres ; nous allons indiquer leurs valeurs, en commençant par les unités relatives à la mécanique.

Unité de vitesse. — C'est la vitesse d'un mobile, animé d'un mouvement uniforme, qui parcourt 1 centimètre par seconde.

La formule de définition est la loi bien connue du mouvement uniforme

$$e = vt.$$

En désignant par L et T les unités fondamentales de longueur et de temps, les dimensions de l'unité de vitesse sont LT^{-1}.

Unité d'accélération. — C'est l'accélération d'un mobile animé d'un mouvement uniformément accéléré dans lequel la vitesse augmente d'un centimètre par seconde.

La formule de définition est la loi des vitesses

$$v = \gamma t \quad \text{ou} \quad \gamma = \frac{v}{t}.$$

En se reportant aux dimensions de l'unité de vitesse, on voit que celles de l'unité d'accélération sont LT^{-2}.

L'intensité de la pesanteur à Paris vaut 980,96 unités C.G.S.

Unité de force. — C'est la force constante capable d'imprimer l'unité d'accélération à un mobile ayant l'unité de masse. Cette unité a reçu le nom de *dyne* (de δύναμις, force).

La formule de définition est

$$f = m\gamma.$$

En désignant par M l'unité de masse, les dimensions de l'unité de force sont

$$LMT^{-2}.$$

L'intensité de la pesanteur étant 980,96, il s'ensuit que le *poids* d'un gramme est capable d'imprimer à l'unité de masse une accélération égale à 980,96 unités C.G.S. ; ce poids vaut donc 980,96 dynes, et par suite une dyne vaut un peu plus d'un milligramme.

Unité de travail. — C'est le travail produit par l'unité de force déplaçant son point d'application d'un centimètre dans sa propre direction. La formule de définition est

$$w = fe.$$

Les dimensions de l'unité de force sont L^2MT^{-2}.

Cette unité a reçu le nom d'erg (de ἔργον, travail), Elle est très petite, puisqu'elle représente à peu près le travail produit par un milligramme tombant d'un centimètre.

On emploie souvent le *mégerg*, qui vaut 1 million d'ergs ou 10^6 ergs. Le kilogrammètre vaut

$$980{,}96 \times 10^3 \times 10^2 \text{ ergs},$$

ou 98,096 mégergs. Une unité pratique valant 100 mégergs, et par suite un peu plus grande que le kilogrammètre, conviendrait pour la pratique.

Pour le travail électrique, on emploie le *joule*, que nous définissons plus loin, et qui vaut environ un dixième de kilogrammètre.

Unité de puissance. — C'est la puissance d'un moteur qui produit un erg en une seconde. La formule de définition est

$$w = jt,$$

j étant la puissance du moteur qui produit un travail w dans le temps t.

Les dimensions de l'unité de puissance sont L^2MT^{-3}.

Cette unité est extrêmement petite, car c'est à peu près la puissance capable d'élever un milligramme d'un centimètre en une seconde. Le cheval-vapeur, qui correspond à un travail de 75 kilogrammètres par seconde, vaut donc

$$75 \times 98{,}096 \times 10^6 = 0{,}73572 \times 10^{10} \text{ unités C. G. S.}$$

Ici encore il conviendrait d'adopter une unité pratique valant 10^{10} unités C.G.S., et par conséquent un peu plus grande que le cheval-vapeur.

Ces deux unités secondaires de puissance et de travail n'ayant pas été encore adoptées, on continue à se servir fréquemment dans la pratique du kilogrammètre et du cheval-vapeur. Pour les mesures électriques seulement, on a fait choix des unités pratiques que nous indiquons plus loin.

Unités électriques et magnétiques.

Les principales grandeurs que l'on considère en électricité sont la quantité d'électricité, l'intensité de courant, la résistance, la force élec-

tromotrice, la capacité et la quantité de magnétisme.

Ces diverses grandeurs sont liées par un certain nombre de relations. Ainsi l'on a la relation suivante entre l'intensité I et la quantité d'électricité Q qui traverse le circuit en un certain temps

$$Q = It.$$

La loi d'Ohm (Voy. COURANT) donne

$$I = \frac{E}{R},$$

et la loi de Joule (Voy. ÉCHAUFFEMENT)

$$W = JQ = I^2Rt.$$

D'autre part, la capacité est liée à la quantité d'électricité par

$$Q = CE.$$

Enfin les phénomènes magnétiques se rattachent aux phénomènes électriques par la loi d'Ampère : l'action d'un courant fermé est identique à celle d'un feuillet magnétique de même contour et dont la puissance magnétique est égale à l'intensité électromagnétique du courant (Voy. ELECTRODYNAMIQUE). Si Φ est la puissance du feuillet,

$$I = \Phi.$$

Pour établir un système de mesures électriques en rapport avec les unités mécaniques indiquées plus haut, il faut prendre comme point de départ une grandeur électrique qui puisse être exprimée en unités mécaniques. Trois grandeurs satisfont à cette condition, la quantité d'électricité, la quantité de magnétisme, et l'intensité de courant. Les deux premières s'obtiennent par la loi de Coulomb, appliquée soit aux masses électriques, soit aux masses magnétiques; la troisième se déduit de la loi d'Ampère, relative à l'action mutuelle de deux courants. En considérant deux courants parallèles, d'intensité i, l'un indéfini, l'autre de longueur l, situés à la distance d, la formule (page 249) se réduit à

$$f = \frac{i^2 l}{d^2};$$

d'où l'on peut définir i en faisant les autres quantités égales à 1. De là trois systèmes complètement différents et incompatibles; le premier est appelé *système électrostatique*, le second est dit *système électromagnétique*, le troisième est le *système électrodynamque*. En théorie, ces trois systèmes se valent, et il n'y a aucune raison pour préférer l'un à l'autre. En pratique, le second système est généralement préféré, à cause de l'emploi fréquent des galvanomètres et du peu d'applications des phénomèmes électrostatiques. Le troisième n'est pas employé.

Nous allons exposer successivement les deux premiers systèmes : pour éviter toute confusion, nous désignerons les diverses grandeurs par des petites lettres dans le premier cas, par des grandes lettres dans le second.

Système électrostatique. — Dans ce système, le point de départ est la quantité d'électricité.

Unité de quantité d'électricité. — C'est la quantité qui agit sur une quantité égale, placée à un centimètre, avec une force égale à une dyne.

La formule de définition est la loi de Coulomb.

$$f = \frac{qq'}{d^2}.$$

En faisant $q' = q$, on a

$$q = d\sqrt{f}.$$

Par suite les dimensions de cette unité sont

$$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}.$$

Unité d'intensité de courant. — C'est l'intensité du courant qui parcourt un conducteur dont la section est traversée en une seconde par l'unité de quantité d'électricité.

La formule de définition est

$$q = it,$$

les dimensions

$$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}.$$

Unité de force électromotrice ou de potentiel électrostatique. — C'est le potentiel produit par l'unité d'électricité à l'unité de distance. La formule de définition est

$$v = \frac{q}{d}.$$

Les dimensions sont donc

$$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}.$$

Unité de résistance. — C'est la résistance d'un conducteur qui est parcouru par un courant d'intensité 1 lorsqu'il existe entre ses deux extrémités une différence de potentiel égale à l'unité.

La formule de définition est la loi d'Ohm.

$$r = \frac{e}{i}.$$

On pourrait se servir aussi de la loi de Joule. Les dimensions

$$L^{-1}\,T$$

sont celles de l'inverse d'une vitesse.

Unité de capacité électrostatique. — C'est la capacité sur laquelle l'unité de quantité produit un potentiel égal à 1.

Formule de définition

$$q = cv.$$

Dimensions

$$L.$$

La capacité électrostatique est donc une longueur, comme nous l'avons vu plus haut (Voy. CAPACITÉ).

Unité de quantité de magnétisme. — C'est la quantité qui agit avec l'unité de force sur un courant de longueur et d'intensité égales à 1, dont tous les points sont à une distance 1.

Formule de définition

$$f = \frac{ilq'}{d^2},$$

l étant la longueur du courant, q' la quantité de magnétisme.

Dimensions

$$L^{\frac{1}{2}}\,M^{\frac{1}{2}}.$$

Système électromagnétique. — Dans ce système, le point de départ est, comme nous l'avons dit, la quantité de magnétisme. Les quantités représentées par des petites lettres dans le système précédent sont figurées ici par des majuscules.

Unité de quantité de magnétisme. — C'est la quantité qui agit sur une quantité égale, placée à un centimètre, avec une force égale à une dyne.

La formule de définition est encore la loi de Coulomb,

$$F = \frac{QQ'}{D^2}$$

et les dimensions

$$L^{\frac{3}{2}}\,M^{\frac{1}{2}}\,T^{-1}.$$

Intensité de courant. — C'est l'intensité du courant qui, traversant un conducteur de 1 centimètre de longueur, dont tous les points sont à 1 centimètre d'une masse magnétique égale à 1, agit sur cette masse avec une force d'une dyne.

La formule de définition est la loi de Laplace (page 261), qui se réduit ici à

L étant la longueur du courant, Q′ la quantité de magnétisme, D la distance.

Les dimensions sont

$$L^{\frac{1}{2}}\,M^{\frac{1}{2}}\,T^{-1}.$$

Unité de quantité d'électricité. — C'est la quantité qui traverse en une seconde un circuit parcouru par un courant d'intensité 1.

Formule de définition

$$Q = IT.$$

Dimensions

$$L^{\frac{1}{2}}\,M^{\frac{1}{2}}.$$

Unité de résistance. — C'est la résistance d'un conducteur dans lequel un courant d'intensité 1 développe en une seconde, sous forme d'énergie calorifique, un travail égal à l'unité.

La formule de définition est la loi de Joule.

$$W = I^2RT.$$

Dimensions

$$LT^{-1}.$$

Ce sont donc celles d'une vitesse.

Unité de force électromotrice. — C'est la force électromotrice qui produit un courant d'intensité 1 dans un circuit dont la résistance est égale à l'unité.

La formule de définition est la loi d'Ohm

$$E = IR.$$

Dimensions

$$L^{\frac{3}{2}}\,M^{\frac{1}{2}}\,T^{-2}.$$

Unité de capacité. — C'est la capacité d'un conducteur auquel une force électromotrice égale à 1 fait prendre l'unité de quantité d'électricité.

Formule de définition

$$Q = CE.$$

Dimensions

$$L^{-1}\,T^2.$$

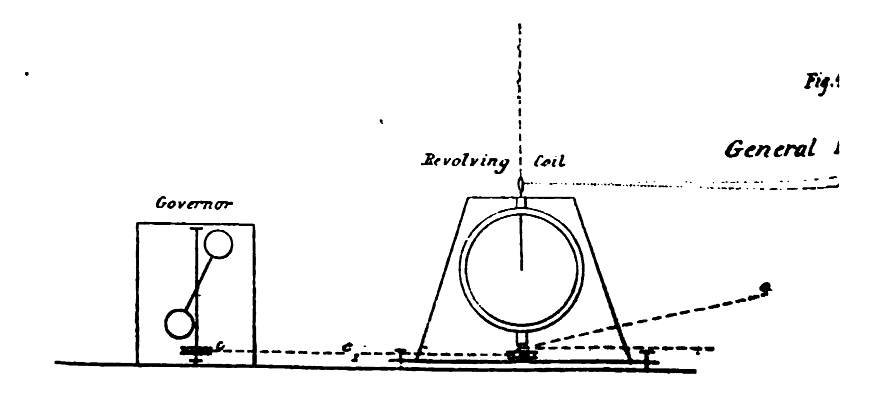
Unités pratiques. — Ainsi que nous l'avons dit plus haut, il peut arriver qu'une ou plusieurs unités absolues soient trop grandes ou trop petites pour la pratique. Ainsi, dans le système électromagnétique, l'unité de résistance C.G.S. représente à peu près la résistance d'un fil de cuivre d'un millimètre de diamètre et d'un vingt-millième de millimètre de longueur. L'unité de force électromotrice est sensiblement égale à $\frac{1}{100\,000\,000}$ d'un Daniell. Au contraire, l'unité de capacité correspond à

Fig. 1.

Front Elevation

Fig.

Fig. 1064.-



ɪs. Il est évident qu'il existe entre les ɜ rapport inverse, car la même grantrouve exprimée par un nombre *n* fois ınd si l'on fait choix d'une unité *n* fois :ite. On a donc entre les unités les rela-.ivantes

$$\frac{I}{i}=\frac{Q}{q}=\frac{e}{E}=a$$

$$\frac{C}{c}=\frac{r}{R}=a^2.$$

remplace dans ces deux équations unité par ses dimensions, on obtient les ions de la constante *a*, qui sont LT^{-1}, ıséquent celles d'une vitesse.

ɾell a démontré que cette vitesse est celle quelle l'induction électro-magnétique se ɜ à travers l'espace, c'est-à-dire que, différence de potentiel s'établit subiten un certain point, la perturbation qui ulte se fera sentir en un autre point ın intervalle de temps qui sera égal au ıt de la distance des deux points par la *a*.

ɜ vitesse n'a jamais été mesurée directeà cause de sa valeur considérable, la méindirecte, qui consiste à prendre le rapˈles unités des deux systèmes, a paru ıble à la mesure directe (Voy. VITESSE). ɪcoup d'expériences indirectes ont été Il y a autant de méthodes qu'il existe de .tés pouvant se mesurer à la fois directeen unités électrostatiques et en unités ɔmagnétiques. Tous les résultats oscillent ꞉ du nombre qui exprime la vitesse de la re, 3×10^{10}. Il est bien probable que :oïncidence n'est pas fortuite, mais qu'elle ɪe à une corrélation encore inconnue les phénomènes électriques et lumineux.

nsions des principales unités dériˈées électriques et magnétiques.

	SYSTÈME électro-statique.	SYSTÈME électro-magnétique.	RAPPORT.
ıtité d'électri-é............	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}}$	LT^{-1}
ntiel ou force ctromotrice..	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$	$L^{-1} T$
cité.........	L	$L^{-1} T^2$	$L^2 T^{-2}$
ıtance.......	$L^{-1} T$	LT^{-1}	$L^{-2} T^2$
ısité du cou-t ou puissance ı feuillet.....	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$	$L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	LT^{-1}
ıtité de ma-tisme........	$L^{\frac{5}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-2}$	$L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$	LT^{-1}

Valeurs des unités pratiques.

		UNITÉS électromagnét. C. G. S.	UNITÉS électrostatiques C. G. S.
Résistance.......	Ohm.	10^9	$10^9 : a^2$
F. électromotrice.	Volt.	10^8	$10^8 : a$
Intensité.........	Ampère.	10^{-1}	$10^{-1} \times a$
Quantité.........	Coulomb.	10^{-1}	$10^{-1} \times a$
Capacité.........	Farad.	10^{-9}	$10^{-9} \times a^2$

Détermination expérimentale des unités pratiques. — Les unités pratiques étant définies, il est nécessaire de construire, pour les mesures, des étalons ayant exactement la valeur de ces unités. Trois d'entre elles seulement peuvent être représentées matériellement : ce sont l'ohm, le volt et le farad. Il suffit du reste d'avoir un étalon d'une de ces unités pour en déduire facilement les autres. L'étalon de résistance semble par sa nature offrir plus de garanties au double point de vue de la précision et de la fixité : c'est donc celui qu'on a cherché à construire de préférence. Pour des raisons analogues, on a préféré lui donner la forme d'une colonne de mercure plutôt que de le faire d'un fil de cuivre ou de maillechort. Le problème revenait donc à chercher la longueur qu'il faut donner à une colonne de mercure à 0°, de 1 millimètre carré de section, pour que sa résistance soit égale à 1 ohm.

La loi d'Ohm et celle de Joule permettent de faire cette recherche; mais la loi de Joule renferme l'équivalent mécanique de la chaleur, qui n'est pas encore connu avec assez de précision pour servir de base à la détermination de l'ohm. Il faut donc recourir à la loi d'Ohm; mais cette loi suppose la connaissance d'une force électromotrice en valeur absolue. Les forces électromotrices d'induction sont les seules qu'on puisse calculer ainsi; c'est donc aux phénomènes d'induction qu'il faut avoir recours. Diverses méthodes ont été employées.

Les premières mesures ont été faites en 1863 par MM. Maxwell, Balfour Stewart et Fleeming Jenkin. L'appareil se composait d'une bobine circulaire recouverte de fil de cuivre isolé, qui tournait uniformément autour de son diamètre vertical; au centre était suspendu un petit aimant porté par un fil de cocon. L'action du champ terrestre développait dans la bobine des courants qui changeaient de sens à chaque demi-révolution; mais, comme la bobine changeait en même temps de position par rapport

Fig. 1.

Elevation

Front

Fig 3

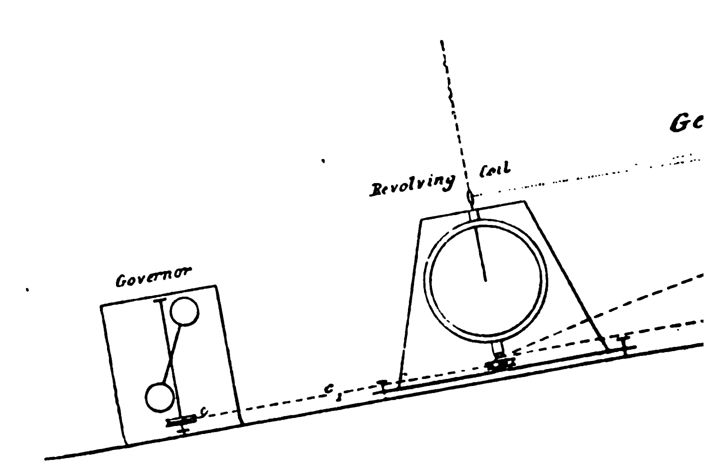
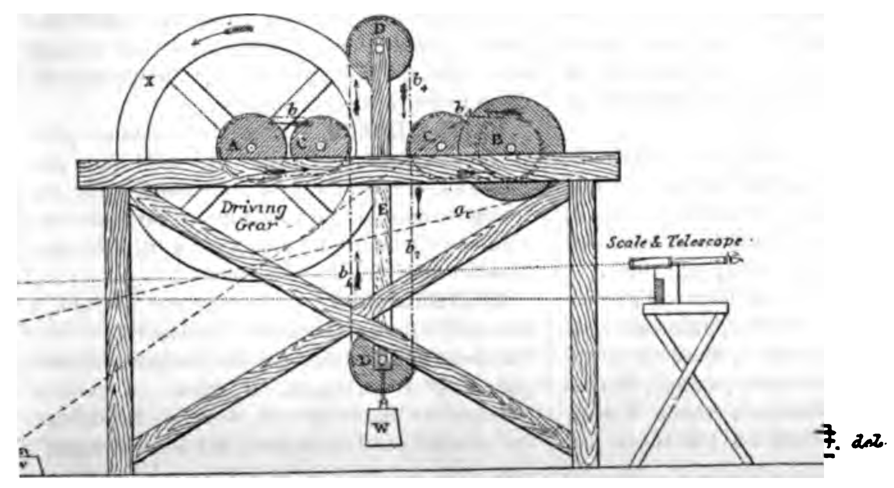


Fig. 2.

Side Elevation

rmination de l'ohm.



nation de l'ohm.

à l'aimant, celui-ci prenait une déviation fixe, due à l'action de la terre et à celle des courants induits de la bobine. On mesurait cette déviation et l'on pouvait calculer facilement la résistance de la bobine en unités absolues C.G.S.

La bobine tournante est représentée à l'échelle de 1/5 (fig. 1064). Elle est formée de deux anneaux de laiton II, portant le fil de cuivre isolé, et disposés dans un fort massif de laiton HH, fixé lui-même sur une lourde pierre par trois boulons de laiton F. Trois vis calantes G servent à régler l'appareil. La bobine est portée par un pivot J en bois dur et par un support creux K, encastré dans une sorte de boîte à étoupe *k*, ajustée de façon à maintenir très soigneusement le collier *c*, qui empêche toute tendance à l'arrêt ou à l'ébranlement. Ainsi supportée, la bobine tourne avec la plus grande aisance et la plus grande régularité.

Les deux anneaux de laiton sont formés chacun de deux moitiés isolées en *ff'* par de la vulcanite, pour empêcher la production des courants de Foucault. La bobine de fil est divisée en deux parties pour laisser passer la suspension de l'aimant. Les deux extrémités du fil aboutissent à deux bornes isolées *hh'*, terminées par deux petites coupes à mercure ; on réunit ces coupes par un barreau de cuivre amalgamé, après avoir constaté que la rotation de la bobine ouverte ne produit aucune déviation de l'aimant.

L'aimant est porté par un trépied de laiton N, fixé sur le massif principal, et muni d'un long tube de laiton O, traversant librement le support creux K. L'extrémité inférieure de ce tube porte une boîte cylindrique de bois P, renfermant l'aimant S. Celui-ci est fixé par un fil de laiton rigide au petit miroir *t*, placé dans une cage de verre et suspendu lui-même à un fil de cocon de 2,15 m. de longueur. Ce fil était protégé contre les courants d'air par une cage de bois, non figurée, et soutenu par une tête de torsion permettant de l'élever, de l'abaisser ou de le faire tourner.

La bobine est mue par un lourd volant X, monté sur un arbre A qu'on fait tourner à la main; une courroie bb_1b_2 entraîne l'arbre B, qui communique à son tour le mouvement à la bobine par la courroie aa_1a_2 (fig. 1065).

Le compteur de tours est formé d'une vis courte *n*, de grand diamètre, engrenant avec une roue dentée de 100 dents *o*, munie d'un taquet *p*, qui soulève, à chaque passage, le ressort *q*. Celui-ci, en retombant, frappe le gong M. On est ainsi averti tous les 100 tours. Un régulateur (*governor*) rend le mouvement de rotation bien régulier. On voit à droite (fig. 1065) l'échelle et la lunette (*scale and telescope*) qui servent à observer les déviations par la méthode du miroir.

Après avoir déterminé la résistance de la bobine tournante par l'apareil précédent, on faisait entrer cette bobine, au moyen des bornes *hh'*, dans une sorte de pont de Wheatstone, à l'aide duquel on construisait des étalons de résistance.

D'autres déterminations ont été faites depuis cette époque, notamment par M. Weber, M. Kirchhoff et M. Lorenz. Elles ont montré que l'ohm peut être représenté par une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section, ayant une longueur comprise entre 106,2 et 106,3 centimètres. La Commission internationale a adopté le chiffre de 106 centimètres, et a donné à l'unité ainsi définie le nom d'*ohm légal*. C'est celle qui est employée ordinairement (Voy. Ohm).

La construction d'étalons de l'ohm légal a permis ensuite d'obtenir des étalons de capacité et de force électromotrice. Ces derniers sont indiqués au mot Pile.

UNITÉ ÉLECTROLYTIQUE. — Unité arbitraire servant autrefois à mesurer l'intensité des courants et fondée sur les phénomènes d'électrolyse : c'est la quantité d'un électrolyte décomposée en une seconde, ou la quantité d'un élément déposé sur l'une des électrodes dans le même temps. Il y en avait plusieurs.

Jacobi avait adopté l'intensité d'un courant produisant en une minute 1 c. c. de gaz tonnant (2 volumes d'hydrogène pour 1 d'oxygène), mesuré à 0° et sous la pression de 760 millimètres. C'est l'intensité donnée par 1 Daniell dans un circuit de résistance égale à 1 unité Siemens. Cette unité vaut 0,0961 ampère.

On a employé aussi en Allemagne l'*unité atomique;* c'est l'intensité du courant qui dégage 1 gramme d'hydrogène en vingt-quatre heures. Cette unité vaut 1,111 ampère.

UNITÉ SIEMENS. — Unité de résistance proposée autrefois par Pouillet et Jacobi, puis par Siemens en 1860. C'est la résistance d'une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et de 1 mètre de longueur à 0°. Elle vaut 0,9434 ohm légal.

URÉTHROSCOPE. — Instrument servant à éclairer le fond des cavités intérieures, et notamment de la vessie. Il a été imaginé en 1853 par le D[r] Désormeaux. Il existe un certain nombre de modèles dans lesquels l'éclairage est produit par l'électricité. Tel est celui repré-

figure 1066. Une sonde F est munie d'un
it qui en facilite l'introduction et qu'on
ensuite. La sonde est alors reliée à l'appareil E, qui renferme une glace inclinée à 45°, pour envoyer sur la partie examinée les rayons de la lampe à incandescence placée en C. L'ocu-

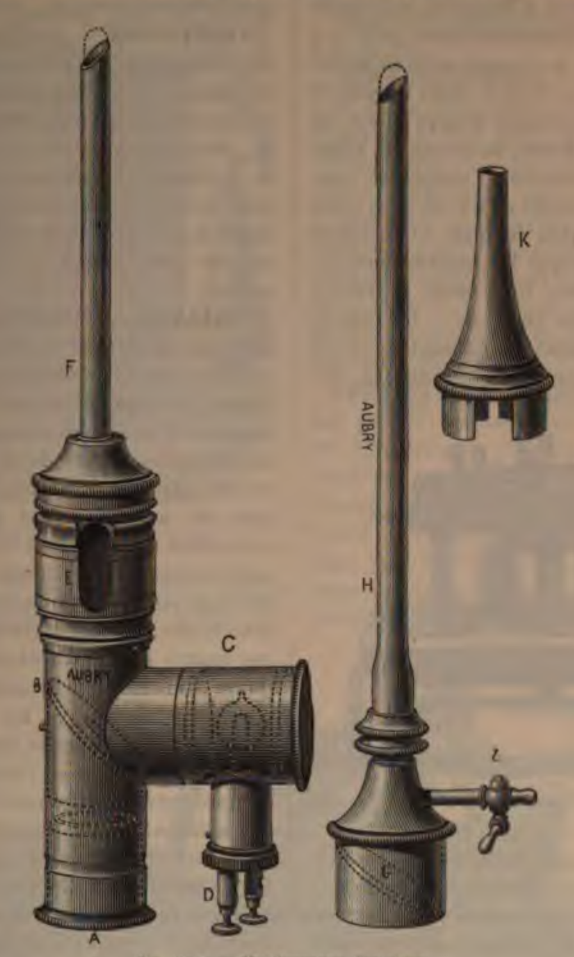


Fig. 1066. — Uréthroscope électrique.

, permet d'examiner la région éclairée.
ne sonde disposée pour permettre d'in-
de l'air dans l'urèthre, dont la muqueuse ainsi déplissée se prête mieux à l'examen; K est un spéculum pour les oreilles, qui peut se monter sur la pièce E à la place de la sonde.

V

SEURS ÉLECTRIQUES. — Jouet fondé
propriétés des moteurs électromagnéti-

alseurs électriques ne sont autres que
tits pantins montés sur crins qu'on désigne sous le nom de pygmées, et qu'on fait mouvoir d'ordinaire en les posant sur un plateau qu'on fait vibrer en le frappant à petits coups. Mais ici le mouvement est produit d'une manière très originale par l'électricité. A cet effet,

l'appareil comprend un petit moteur formé d'un électro-aimant vertical (fig. 1067), au-dessus des pôles duquel tourne un volant à ailettes. L'axe de ce volant porte à la partie inférieure une petite roue ayant autant de dents qu'il y a d'ailettes; un ressort, qui appuie sur ces dents, forme interrupteur, et sert à faire passer le courant dans l'électro-aimant lorsqu'il est en contact avec une des dents; le circuit est interrompu dans le cas contraire. Lorsque le courant passe, l'électro-aimant attire vers ses pôles les deux palettes les plus voisines, et le volant se met à tourner. Dès que les palettes sont arrivées en face des pôles, le courant se trouve interrompu et le volant continue à tourner en vertu de la vitesse acquise. Le courant se trouve rétabli au bout d'un instant, les palettes sui-



Fig. 1067. — Valseurs électriques.

vantes sont attirées par l'électro et le mouvement continue de la même manière. Un pignon monté sur l'axe du volant communique le mouvement à une roue qui commande une petite musique de Genève. Le moteur n'actionne donc directement que la musique, et c'est un effet d'induction qui fait marcher les pantins. Pour cela, la plate-forme qui reçoit les danseurs est une plaque de tôle disposée au-dessus des pôles de l'électro-aimant et fixée seulement par le bord. Sous l'influence des aimantations et des désaimantations successives de l'électro, cette plaque se met à vibrer comme le ferait la membrane d'un téléphone récepteur, et ces vibrations suffisent à mettre en marche les petits valseurs. En modifiant l'intensité du courant, on peut faire tourner les pantins avec plus ou moins de rapidité; on peut aussi régler à volonté la tension de la membrane vibrante à l'aide de deux vis placées au milieu de sa surface, et éviter ainsi des mouvements trop violents qui feraient tomber les pantins.

VARIABLE (État). — Voy. État électrique.

VARIOMÈTRE. — Appareil imaginé par Kohlrausch pour étudier les variations du courant magnétique terrestre.

VÉGÉTATION. — Les phénomènes chimiques de la végétation paraissent être accompagnés de phénomènes électriques.

L'électricité atmosphérique semble favoriser le développement de la végétation; d'après M. Berthelot, les plantes, sous son influence, absorberaient directement l'azote de l'air. Enfin la lumière électrique paraît exercer également une influence favorable sur la végétation.

VEILLEUR AUTOMATIQUE. — Appareil imaginé par M. Gérard et destiné à remplacer automatiquement une lampe éteinte par une autre lampe ou une résistance équivalente. Il se compose d'un électro-aimant droit à fil fin monté en dérivation à côté de la lampe. Deux godets en fer, placés à la partie inférieure et contenant du mercure, font partie d'une seconde dérivation qui renferme la lampe de secours ou une résistance équivalente. Les deux godets n'étant pas en communication lorsque la lampe fonctionne, cette dérivation n'est parcourue par aucun courant. L'électro-aimant est muni d'une armature qui supporte, à l'aide d'un crochet, une traverse en fer à laquelle sont fixées deux tiges cylindriques de même métal. Quand la lampe est allumée, l'électro ne reçoit qu'un courant très peu intense et incapable d'attirer son armature. Mais, lorsqu'elle s'éteint, le courant tout entier passant par l'électro, l'armature est attirée : elle bascule et abandonne la traverse et les cylindres de fer; ceux-ci tombent dans les godets et ferment la dérivation, de sorte que la lampe est remplacée par une autre ou par une résistance égale.

VEILLEUSE ÉLECTRIQUE. — Petit appareil destiné à servir la nuit, lorsqu'on veut se procurer de la lumière pendant quelques instants. Il est commode alors de n'avoir qu'à pousser un bouton pour voir une lampe s'allumer, sans avoir besoin de chercher des allumettes, qu'on risque fort de ne pas trouver à propos. Comme il ne s'agit ici que d'un éclairage de quelques instants, les piles Leclanché conviennent parfaitement : on a l'avantage qu'elles peuvent rester constamment immergées et n'ont besoin d'être remontées que très rarement. La figure 1068 montre une veilleuse électrique de ce genre, qu'on peut suspendre auprès d'un lit : il suffit, pour avoir de la lumière, de presser sur le bouton d'une poire A, formant interrupteur

et semblable à celles que l'on emploie pour les sonneries. La lampe s'éteint lorsqu'on aban-



Fig. 1068. — Veilleuse porte-montre électrique.

donne le bouton de la poire. Un cadre placé au-dessous de la lampe sert de porte-montre et permet de voir l'heure facilement. Si l'on veut conserver la lumière un certain temps, on agit sur un commutateur qui ferme le circuit.

VÉLOCIPÈDE ÉLECTRIQUE. — Voy. Tricycle électrique.

VENT ÉLECTRIQUE. — Application du pouvoir des pointes, montrant la répulsion de l'air électrisé. Si l'on approche une bougie allumée d'une pointe horizontale placée sur une machine électrique, le vent électrique fait onduler la flamme et peut même éteindre la bougie. Le vent électrique est accompagné de phénomènes lumineux visibles dans l'obscurité. Si la pointe est positive, elle donne une aigrette violacée; si elle est négative, elle se termine par une petite étoile brillante.

VENTILATEUR ÉLECTRIQUE. — Ventilateur mû par un moteur électrique; application de la transmission électrique de l'énergie. Les ventilateurs électriques sont généralement économiques et faciles à installer. En effet, les ventilateurs doivent être placés dans le voisinage immédiat des pièces dont ils doivent renouveler l'air. Ces pièces se trouvant parfois assez loin les unes des autres, il faut, avec les

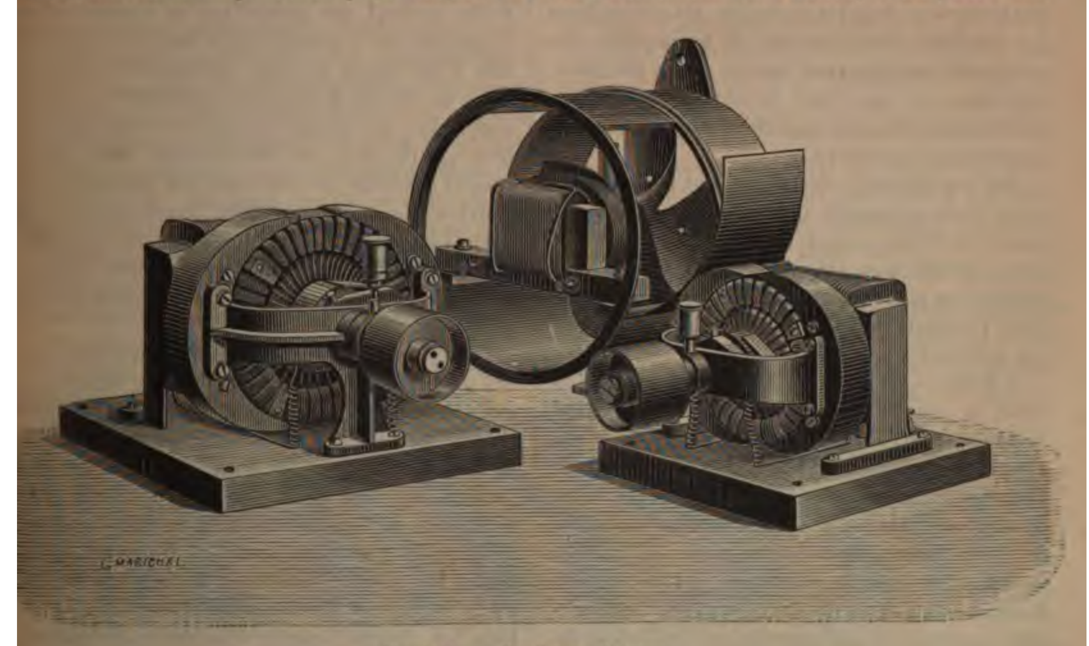


Fig. 1069. — Ventilateur électrique.

systèmes ordinaires, autant de machines motrices que de ventilateurs. Avec l'électricité, il suffit d'une seule machine génératrice, et l'on place à côté de chaque ventilateur un petit moteur qui, vu son faible poids, n'exige pas de fondations spéciales et peut se placer dans n'importe quel endroit. La figure 1069 montre un ventilateur monté sur l'arbre d'un moteur, type C, de la Société alsacienne de constructions mécaniques. Le plus petit modèle con-

somme environ 150 watts. Les deux appareils sont enfermés dans une enveloppe en fonte munie de portes qui permettent l'accès facile de toutes les parties.

L'Hôtel de Ville de Paris, l'École centrale des arts et manufactures sont munis de ventilateurs électriques.

A l'Hôtel de Ville, le courant est fourni par deux dynamos Gramme, à double enroulement, qui absorbent chacune environ 4 chevaux. Elles font 1250 tours et donnent chacune 50 ampères sous une différence de potentiel de 110 volts aux bornes. Les ventilateurs, au nombre de 35, possèdent chacun un petit moteur Gramme. Tous ces moteurs sont du même type, mais de résistance différente, saivant le travail qu'ils doivent produire. Ils sont répartis sur cinq circuits et placés tous en dérivation. Chaque ventilateur absorbe de 7 à 40 kilogrammètres.

L'École centrale possède dix ventilateurs, munis chacun d'un moteur Gramme; ces moteurs sont montés en quantité. Le courant est fourni, suivant les besoins, par une ou deux machines Gramme de 4 chevaux. Trois des ventilateurs sont dans les sous-sols, les autres dans les combles. Pour prévenir le mécanicien des accidents qui peuvent arriver à ces derniers, on a placé sur le circuit de chaque moteur un avertisseur qui fait marcher une sonnerie et apparaître un numéro.

Des ventilateurs électriques ont été installés aussi dans plusieurs usines. Ainsi, dans les mines de Blanzy, deux machines Gramme furent installées en 1881 pour actionner un ventilateur au puits Saint-Claude, et donnèrent de bons résultats jusqu'au moment où les travaux du puits furent arrêtés.

A Zaukerode, dans les houillères royales de Saxe, le courant est fourni par une dynamo Siemens, placée à 110 mètres du puits et accouplée directement avec une machine à vapeur Dolgorouki, faisant 800 tours par minute. Cette dynamo est reliée par un conducteur en cuivre de 7 millimètres de diamètre et de 757 mètres de longueur avec la réceptrice, placée dans la mine, à 400 mètres du fond du puits. Cette dernière commande par courroie un ventilateur du type Schiele, ayant 96 centimètres de diamètre, qui débite 178 mètres cubes d'air, à la pression de 20 millimètres, avec une force de 1,66 cheval. Cette installation fonctionne avec succès depuis plusieurs années.

VERDET (Constante de). — Voy. Constante et Pouvoir rotatoire magnétique.

VERRE (Coupage du) **PAR L'ÉLECTRICITI** — Dans les verreries de Pittsburg (Pensylv nie), on coupe de gros cylindres de verre en le enveloppant d'un fin conducteur, qu'on porte a rouge blanc par le courant d'une petite batteri puis laissant tomber une goutte d'eau froid

VERROU ÉLECTRIQUE. — Disposition éle trique s'adaptant à une serrure et faisant l'offic d'un verrou qu'on peut manœuvrer à distanc Le verrou électrique de MM. Gillet est un de plus simples et s'adapte facilement à toutes le serrures avec une légère modification : il suff en effet de pratiquer une entaille verticale as sez profonde sur le bord inférieur du pêne. L verrou se fixe à la place occupée ordinairemen par la pièce creuse qui reçoit le pêne, ou l gâche, que l'on enlève. Il est formé d'un levie horizontal basculant autour d'un axe et re courbé du côté de la serrure, de manière à pé nétrer dans l'entaille du pêne. C'est ce qui lieu lorsque l'autre extrémité de ce levier es attirée par un électro-aimant vertical placé au dessous d'elle. La porte se trouve alors fermé et elle reste dans cette position même lorsqu le courant a cessé de passer, grâce à un autr levier vertical, qui, poussé par un ressort, vient s'appuyer sur le premier et le maintient immo bile. Pour ouvrir la porte, on lance le courant dans un électro horizontal, qui attire la partie supérieure du second levier et le fait déclen cher : le premier est alors rendu libre et un ressort à boudin fait abaisser son extrémité re courbée; le pêne peut donc fonctionner, et la porte s'ouvrir. Plusieurs boutons peuvent com mander le même verrou, et un même bouton peut agir à la fois sur un nombre quelconque de verrous.

Ce petit appareil est très simple et peut ren dre des services dans bien des cas. Dans une maison particulière, on peut de son lit s'enfer mer le soir dans sa chambre et ouvrir le matin au domestique pour lui permettre de faire son service. Le chef d'une maison de commerce peut, sans quitter son cabinet, fermer simulta nément les portes de tous les bureaux ou de toutes les caisses, sans avoir à craindre l'oubli ou la négligence d'un employé. Les portières de tous les compartiments d'un train de chemin de fer pourraient être ainsi condamnées faci lement pendant la marche, ce qui éviterait sou vent des accidents et s'opposerait même à cer taines tentatives criminelles.

Certains appareils destinés à l'exploitation des chemins de fer sont munis de serrures et de verrous électriques.

VIBRATEUR. — M. E. Gray a donné ce nom à un appareil formé d'une bobine d'induction dont les deux hélices sont superposées et l'interrupteur formé d'un certain nombre de trembleurs pouvant rendre des sons différents. En les actionnant successivement, on peut faire entendre un air musical. Les courants secondaires peuvent être reçus à distance dans un récepteur et fournissent un moyen d'appel téléphonique.

Dans son système anti-inducteur (Voy. TÉLÉPHONIE PAR LES FILS TÉLÉGRAPHIQUES), M. Van Rysselberghe a dû chercher un système d'appel sans influence sur les télégraphes. Il a fait usage d'un vibrateur, qui divise le courant en un grand nombre de courants successifs, à peu près comme dans une sonnerie trembleuse. Ces courants traversent la petite bobine du translateur phonique et en induisent d'autres, qui agissent sur un circuit local à la station d'arrivée. Ce circuit comprend une pile et deux dérivations : dans l'une est placée la plaque d'un vibrateur téléphonique, formé d'une bobine entourant l'extrémité d'un aimant et d'une plaque vibrante, sur laquelle repose l'extrémité d'un marteau ou *jockey*, dont la pression est réglée par un contre-poids. L'autre dérivation renferme un avertisseur très résistant. Tant que le marteau touche la plaque vibrante, le courant local passe presque tout entier par ces deux organes, et l'avertisseur n'en reçoit qu'une portion insuffisante pour l'actionner. Mais, si la bobine du vibrateur reçoit les courants interrompus, le marteau s'écarte de la plaque, et, à chacune des interruptions, le courant local passe tout entier par l'avertisseur et le fait fonctionner. M. Van Rysselberghe donne à cette disposition le nom d'*avertisseur phonique*.

M. Sieur a imaginé une disposition d'appel analogue.

VIDE (RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE DU). — On sait qu'il est à peu près impossible de faire passer un courant électrique entre deux électrodes placées dans le vide. D'après M. Edlund, la résistance du milieu gazeux décroît au contraire avec la pression et l'effet observé est dû à une résistance au passage qui se manifeste à la surface des électrodes, et qui augmente à mesure que la pression du gaz diminue. M. Homen a fait des expériences pour vérifier cette théorie (V. *Wied. Ann.* 1881, 1882, 1883, et *Pogg. Ann.* 1869).

VIGIE SOUS-MARINE. — Appareil imaginé par MM. Orecchioni et Cavalieri pour préserver les navires des chocs ; la disposition électrique a été étudiée par MM. de Méritens et Trouvé. Cet appareil consiste en un corps cylindro-conique, analogue à une torpille, qui précède le navire, à une distance égale à trois fois sa longueur et porte à sa pointe un avertisseur de chocs, relié électriquement au navire. Le reste de la vigie est rempli par les organes accessoires : moteur électrique, appareil hydraulique commandant, par un jeu de leviers, un double gouvernail d'immersion, l'hélice, la barre de direction, etc. Le poids de l'appareil est de 500 kilogrammes pour le petit modèle et 900 kilogrammes pour le grand. (*Lum. électrique*, tome XXIX.)

VIS D'ATTACHE. — Voy. SERRE-FIL.

VISCOSITÉ ÉLECTRIQUE. — On donne quelquefois ce nom à la résistance plus ou moins grande que les différents gaz offrent au passage de la décharge électrique. « Le 17 mai 1877, MM. de la Rue et Müller ont constaté qu'aux pressions atmosphériques ordinaires la longueur de l'étincelle, donnée par une pile dans différents gaz, décroît dans l'ordre où ces gaz sont énumérés ci-après : hydrogène, azote, air, oxygène, acide carbonique, l'hydrogène donnant une décharge à peu près double de celle de l'air. L'influence de la nature du gaz sur la longueur de l'étincelle est un phénomène spécial, qui ne paraît lié ni à la densité du gaz, ni à sa viscosité mécanique. On peut désigner cette propriété particulière sous le nom de *viscosité électrique*, le rapport des distances explosives obtenues pour deux gaz mesurant le rapport de leurs viscosités électriques. » (GORDON, *Traité d'électricité et de magnétisme*.)

VISION PAR L'ÉLECTRICITÉ. — Plusieurs inventeurs ont cherché à imaginer des appareils transmettant à distance les sensations lumineuses, comme le téléphone transmet les sensations auditives. (Voy. TÉLÉPHOTE.)

VITESSE (UNITÉ DE). — Voy. UNITÉS.

VITESSE DE L'ÉLECTRICITÉ. — On a cherché depuis longtemps à déterminer la vitesse avec laquelle l'électricité se meut dans les corps conducteurs, en mesurant le temps nécessaire pour produire une étincelle ou pour dévier un galvanomètre à une certaine distance. Wheatstone réunissait les deux armatures d'un condensateur par un fil interrompu en trois points voisins. Au moment de la décharge, il se produisait en ces points trois étincelles successives, et l'on pouvait, à l'aide d'un miroir tournant, mesurer les intervalles de temps qui séparaient ces étincelles. Wheatstone a trouvé ainsi une vitesse de 463 000 kilomètres par seconde.

Dans un fil de cuivre, le même auteur a trouvé 460000 kilomètres. Dans un fil de fer, MM. Fizeau et Gounelle ont trouvé 180 000 kilomètres.

Enfin, M. Kirchhoff a été amené par des considérations théoriques à prendre comme valeur moyenne la vitesse de la lumière 308 000 kilomètres, soit environ 3×10^{10} unités C. G. S.

Vitesse de transmission dans les câbles. — La vitesse de propagation dans les câbles est soumise aux lois suivantes. Elle varie en raison inverse du produit de la résistance du conducteur par la capacité inductive de l'enveloppe. Pour deux câbles de même espèce et de même diamètre, elle est en raison inverse des carrés des longueurs. Pour deux câbles de même nature et de même longueur, elle est donnée par la formule

$$\frac{V}{V'} = \frac{d^2 \log \frac{D}{d}}{d'^2 \log \frac{D'}{d'}},$$

d et d' étant les diamètres des âmes conductrices, D et D' ceux des enveloppes isolantes.

Si les longueurs diffèrent en même temps, on a

$$\frac{V}{V'} = \frac{d^2 l' \log \frac{D}{d}}{d'^2 l \log \frac{D'}{d'}}.$$

M. Latimer Clark a donné la formule suivante :

$$V = \frac{d^2}{l^2} (\log D - \log d).$$

VITESSE DE L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE. — Le rapport a de l'unité électromagnétique d'électricité à l'unité électrostatique (Voy. UNITÉS) présente les dimensions d'une vitesse. Maxwell a démontré que cette quantité est la vitesse de l'induction électromagnétique. Toutes les mesures ont donné pour cette vitesse une valeur égale à celle de la lumière dans l'air, soit environ 3×10^{10} unités C. G. S.

On a cherché à vérifier s'il en est de même dans les autres milieux. La vitesse de l'induction électromagnétique étant a dans l'air, Maxwell a démontré qu'elle est $\frac{a}{\sqrt{k}}$, dans un milieu dont le pouvoir inducteur spécifique est k. D'autre part, la vitesse de la lumière dans un milieu transparent dont l'indice de réfraction est n s'obtient en divisant par n la vitesse dans l'air. On doit donc avoir, pour tous les diélectriques transparents,

$$n = \sqrt{k}.$$

Remarquons que les valeurs de n doivent être prises pour des radiations de longueur d'onde infinie.

L'accord observé entre les valeurs de n et celles de $\sqrt{k}$ est suffisant pour les gaz, mais non pour les diélectriques solides ou liquides; en somme, il est « assez complet pour nous donner bon espoir que, quelque jour, les discordances seront expliquées et éliminées; en attendant, l'accord complet des vitesses de la lumière et de l'induction électromagnétique dans l'air et dans les gaz, et les nombreuses relations directes qui existent entre la lumière et l'électricité ne nous laissent guère douter qu'il n'y ait entre ces agents un lien étroit, et que leurs effets ne soient que deux formes de cette énergie commune, de nature inconnue, qui se retrouve certainement sous tous les phénomènes physiques. » (*Gordon*).

Nous décrirons rapidement les principales méthodes qui ont servi à mesurer la vitesse de l'induction électromagnétique.

Méthode de Weber et Koblrausch. — Les premières déterminations de cette vitesse sont dues à Weber et Koblrausch. Maxwell donne la description suivante de ces expériences.

« La méthode était fondée sur la mesure de la même quantité d'électricité, d'abord en unités électrostatiques, puis en unités électromagnétiques.

« La quantité d'électricité mesurée était la charge d'une bouteille de Leyde. Sa valeur en unités électrostatiques était le produit de la capacité de la bouteille par la différence de potentiel de ses armatures.

« La capacité de la bouteille était représentée par une certaine longueur. La différence de potentiel était mesurée en réunissant les armatures aux électrodes d'un électromètre dont les constantes avaient été soigneusement déterminées, de façon à connaître la différence des potentiels en unités électrostatiques ».

On déterminait la valeur de la charge en unités électromagnétiques en déchargeant la bouteille à travers la bobine d'un galvanomètre, et l'on calculait le courant d'après la première impulsion de l'aiguille.

Ces expériences ont donné pour a la valeur $3{,}1074 \times 10^{10}$ centimètres.

Maxwell fait remarquer que le phénomène connu sous le nom d'absorption ou de pénétration électrique était mal connu à cette époque et démontre que, si l'on a négligé cette absorption, la valeur trouvée pour a doit être forte.

Méthode de Thomson. — Sir W. Thomson a déterminé cette vitesse en mesurant une même force électromotrice dans les deux systèmes d'unités. Cette force électromotrice était celle de 60 éléments Daniell à sciure de bois, montés en série.

On a, d'après la loi d'Ohm,

$$E = IR.$$

La force électromotrice était mesurée directement en unités électrostatiques au moyen d'un électromètre.

D'autre part, on mesurait le produit I R en unités électromagnétiques, en faisant passer le courant à travers une résistance connue, par exemple la bobine d'un électrodynamomètre, dont la déviation faisait connaître l'intensité. Le rapport de ces deux mesures permettait d'obtenir la vitesse cherchée.

Pour déterminer la résistance de l'électro-

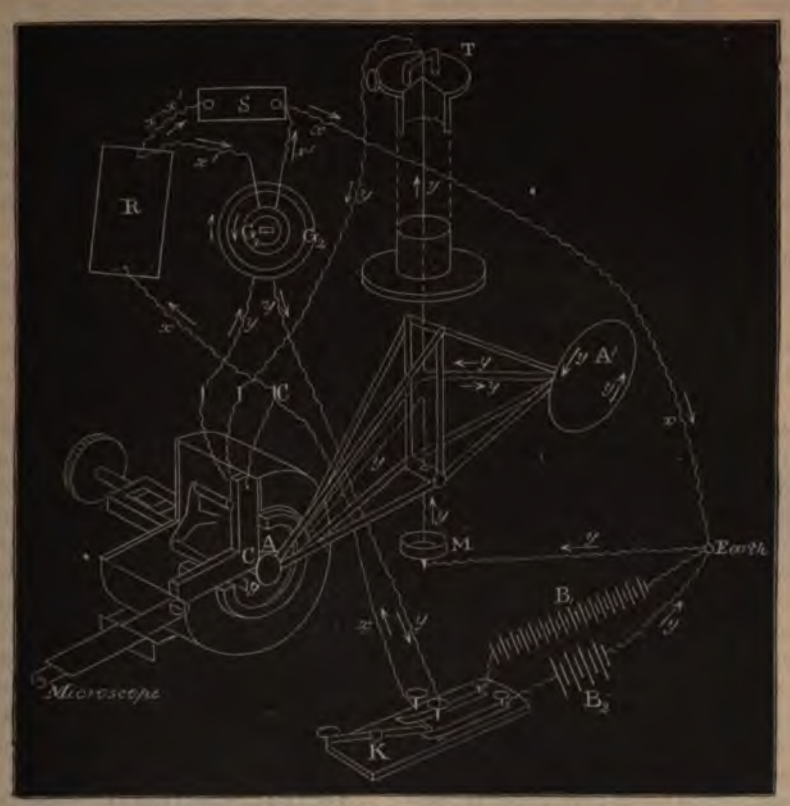


Fig. 1070. — Rapport des unités (expérience de Maxwell).

dynamomètre, on se servait d'un électromètre à quadrants, dont les deux électrodes étaient reliées successivement aux deux bornes de cet appareil et à celles d'une résistance connue ; le rapport des deux résistances était égal à celui des deux différences de potentiel observées.

Onze séries d'expériences ont donné des nombres compris entre $2{,}92 \times 10^{10}$ et $2{,}754 \times 10^{10}$, et dont la moyenne est $2{,}825 \times 10^{10}$.

Sir W. Thomson avait l'intention de reprendre ces expériences avec plus de précision. Ce travail a été fait par Mc. Dugald M. Kichan, dans le laboratoire de sir W. Thomson, par une méthode qui ne diffère de la précédente que par quelques détails. Ces observations, publiées en 1875, ont donné, comme moyenne, $2{,}93 \times 10^{10}$.

Méthode de Maxwell. — Maxwell a comparé les deux unités de force électromotrice en équilibrant l'attraction de deux disques chargés d'électricité contraire par la répulsion entre deux courants passant par deux bobines plates, de résistances connues.

Un disque et une spirale étaient fixes, l'autre disque et l'autre spirale étaient attachés ensemble à l'extrémité du levier d'une balance de torsion. On voit en T la tête de torsion de cette balance (fig. 1070), dont le fil soutient un

levier horizontal. A l'une des extrémités sont fixés en A le disque et la spirale mobiles, équilibrés par une autre spirale exactement semblable, placée en A' à l'autre bout du levier. Les deux bobines AA' sont parcourues en sens contraire par le même courant, afin de neutraliser l'action de la terre.

Le disque suspendu en A est entouré d'un anneau de garde semblable à celui de l'électromètre absolu (Voy. ce mot) de Thomson. Le disque suspendu a 10,16 centimètres de diamètre ; le disque fixe, placé en C, a 15,24 centimètres de diamètre. Grâce à ces dispositions, l'attraction électrique entre ces deux disques est la même que si la distribution était uniforme.

Le disque mobile se tient en équilibre dans le plan de l'anneau de garde ; il est au même potentiel que la cage de l'instrument. Le disque fixe C est isolé et porté à un potentiel élevé : il peut être éloigné ou rapproché de l'anneau de garde à l'aide d'une vis micrométrique.

Les spirales sont fixées sur les faces postérieures des deux disques : la bobine fixe est isolée avec soin de son disque, qui doit être porté à un haut potentiel.

Ce potentitiel était obtenu en reliant les disques aux deux électrodes d'une pile B_1, de 2600 éléments, au chlorure mercurique. Cette différence de potentiel était mesurée en observant, avec un galvanomètre, le courant produit à travers une résistance R connue et très grande. Le circuit de ce courant est désigné par la lettre x. Après avoir traversé R, il se divise en deux : l'un x' traverse l'un des fils G_1 du galvanomètre; l'autre $x - x'$ passe dans le shunt S de ce galvanomètre. Une pile plus petite B_2 donne le courant y qui passe dans les trois bobines, puis dans le fil G_2 du galvanomètre, destiné à la mesurer à la manière ordinaire. On voit que ce courant passe par le vase M, plein de mercure, et le fil de la balance. K est un interrupteur double. Un microscope sert à vérifier la position d'équilibre de l'aiguille mobile.

« Nous avons ainsi deux forces électromotrices dont le rapport est connu ; l'action de l'une est électrostatique et celle de l'autre est électromagnétique. Leur grandeur peut être réglée de telle sorte que l'attraction du disque égale la répulsion des bobines, c'est-à-dire de telle sorte que l'aiguille de la balance de torsion reste en équilibre et, quand on a fait des corrections convenables pour les différentes distances séparant le disque des bobines, on a du même coup tous les éléments pour la comparaison des actions électrostatiques et électromagnétiques de la même pile. Les résultats des expériences de Maxwell donnent donc une valeur directe de la relation entre les unités électrostatiques et électromagnétiques de force électromotrice. » (Gordon).

La moyenne de ces experiences est $2{,}8798 \times 10^{10}$.

Méthode d'Ayrton et Perry. — MM. Ayrton et Perry ont mesuré en unités électrostatiques et en unités électromagnétiques la capacité d'un condensateur à air dont chaque plateau avait 1323,14 centimètres carrés. La capacité électrostatique était déduite des mesures linéaires de l'appareil, et la capacité électromagnétique de l'impulsion obtenue en déchargeant le condensateur à travers un galvanomètre balistique. Ce galvanomètre, formé de 40 aimants, divisés en deux masses sphériques, a été décrit plus haut (voy. p. 340).

La source d'électricité était une pile de 382 éléments Daniell. La moyenne a été de $2{,}980 \times 10^{10}$.

M. Ch. Hockin a trouvé par la même méthode $2{,}988 \times 10^{10}$.

Méthode de Rowland. — M. Rowland a mesuré a en faisant tourner un disque d'ébonite doré, de 21, 1 centimètres de diamètre, dans le voisinage d'une aiguille astatique avec une vitesse de 61 tours par seconde. Le disque était électrisé par communication avec une bouteille de Leyde chargée. Le potentiel électrostatique était donné par la distance explosive. L'effet magnétique était déterminé par la déviation des aiguilles qu'on observait à l'aide d'un miroir. Cette méthode a donné $3{,}0448 \times 10^{10}$.

VITRÉE (ÉLECTRICITÉ). — Syn. d'ÉLECTRICITÉ POSITIVE.

VOITURE ÉLECTRIQUE. — Les voitures électriques doivent nécessairement porter avec elles leur source d'électricité, piles ou accumulateurs. Ces derniers ont été préférés dans les essais peu nombreux qui ont été tentés jusqu'à présent. MM. Immish et C° ont construit un dog-cart à quatre roues et à quatre places alimenté par 24 accumulateurs d'un modèle spécial, actionnant un moteur Immish de 1 cheval, qui commande les roues d'arrière par une chaine de Gall. M. Magnus Volk a fait des expériences à l'aide d'une voiture analogue portant 16 accumulateurs E. P. S, et un moteur Immish de 0,5 cheval. Il a constaté que l'effort de traction est moindre sur l'asphalte que sur les rails des tramways. Il a pu monter des rampes de 0,033 m. par mètre.

VOLT. — Unité pratique de force électromotrice valant 10^8 unités absolues C. G. S. C'est la force électromotrice qui donne un courant d'un ampère dans un circuit dont la résistance vaut 1 ohm. (Voy. UNITÉS.) L'élément Daniell vaut environ 1,1 volt.

VOLTA (PRIX). — Prix institué le 26 prairial an X par le premier consul et destiné à récompenser les découvertes formant une époque mémorable de l'histoire de l'électricité. Ce prix, dont la valeur est de 50000 francs, a été décerné trois fois : à Ruhmkorff, en 1864, pour sa bobine d'induction; à M. G. Bell, en 1876, pour le téléphone; enfin à M. Gramme, pour sa machine bien connue.

VOLTA-ÉLECTROMÈTRE. — Nom donné autrefois au voltamètre.

VOLTAGE. — Expression abrégée par laquelle on désigne quelquefois le nombre de volts, grand ou petit, qui est nécessaire au fonctionnement d'un appareil; ex. : une lampe d'un faible voltage.

VOLTAGOMÈTRE. — Sorte de rhéostat à mercure imaginé par Jacobi.

VOLTAIQUE. — S'applique aux phénomènes qui se rapportent aux piles.

Alternatives voltaïques. — On désigne parfois sous ce nom, en électrothérapie, le mode de galvanisation qui consiste à renverser le courant de la pile, à intervalles réguliers, au lieu de se borner à l'interrompre.

VOLTAISATION. — Syn. de GALVANISATION.

VOLTAISME. — Électricité produite par la pile voltaïque ou les piles analogues.

VOLTAMÈTRE. — Appareil servant à montrer l'électrolyse de l'eau. Le modèle ordinaire (Voy. fig. 285, p. 257) se compose d'un vase de verre dont le fond est traversé par deux lames de platine ou *électrodes*, communiquant avec deux bornes qu'on relie aux pôles d'une pile. Le vase a été préalablement rempli d'eau, acidulée par un peu d'acide sulfurique, ainsi que deux petites éprouvettes graduées qui recouvrent les électrodes. Dès que le courant passe, on recueille de l'oxygène à l'électrode positive et un volume double d'hydrogène à l'électrode négative. (Voy. ÉLECTROLYSE.)

La mesure des courants par les actions chimiques est l'application la plus importante du voltamètre (Voy. INTENSITÉ). Il est vrai qu'on a rarement recours à l'eau acidulée, parce que, les volumes de gaz recueillis étant très faibles, leur mesure ne saurait donner une grande précision. Néanmoins, on a cherché à donner au voltamètre une forme qui se prête mieux à cette opération.

Une des dispositions les plus commodes est celle de Bertin (fig. 1071). L'électrode néga-

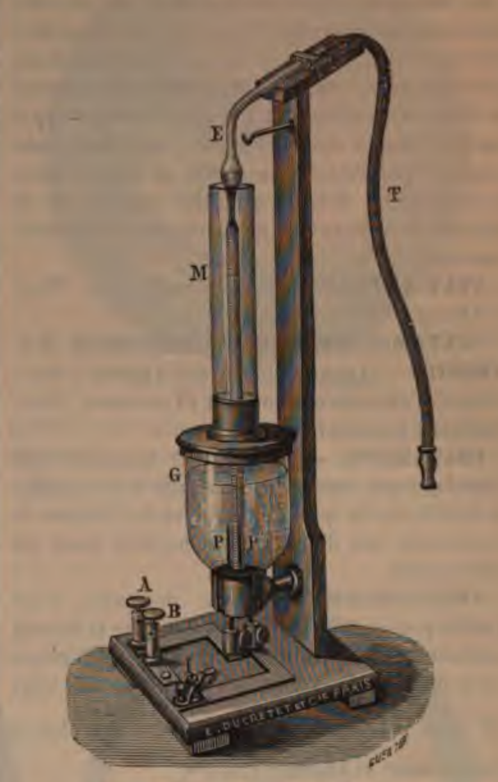


Fig. 1071. — Voltamètre de Bertin.

tive P' est seule resouverte d'une éprouvette, qu'on remplit d'eau acidulée en aspirant par le tube de caoutchouc T, puis on ferme ce tube à l'aide d'une pince; le tube capillaire qui est à la partie supérieure suffit à arrêter le gaz, pourvu qu'il y ait un peu de liquide dans l'ampoule E. A l'aide de l'interrupteur I, on fait passer le courant jusqu'à ce que le niveau soit le même dans l'éprouvette et dans le vase extérieur, pour que l'hydrogène recueilli soit à la pression atmosphérique. Le manchon M peut être rempli d'eau pour mieux connaître la température du gaz recueilli. (Voy. INTENSITÉ.)

M. A. Minet a imaginé une autre forme de voltamètre, qui permet, paraît-il, de mesurer des intensités de 0,001 à 0,5 ampère avec une approximation égale aux 0,005 de la grandeur à mesurer.

On donne parfois aussi le nom de voltamètre aux tubes, en forme d'U ou de V, dans lesquels on fait l'électrolyse des sels métalliques (Voy.

fig. 286, page 257). On sait que la décomposition de ces substances fournit une méthode plus précise pour la détermination des intensités. (Voy. ce mot.)

Le voltamètre peut même servir à la mesure des courants alternatifs. En effet, ces courants ne donnent d'ordinaire aucun dégagement de gaz dans le voltamètre. Mais MM. Manœuvrier et Chappuis, Ayrton et Perry ont montré qu'à partir d'une certaine intensité on obtient dans chaque éprouvette un mélange de gaz oxygène et hydrogène dont la quantité dépend de la densité du courant et de la rapidité des alternatives.

VOLT-AMPÈRE. — Syn. de watt. Voy. WATT et UNITÉS.

VOLTAMPÈREMÈTRE ou **MESUREUR D'ÉNERGIE.** — Appareil mesurant l'énergie électrique, c'est-à-dire le produit EI en watts. (Voy. COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ.)

VOLTASCOPE. — Disposition imaginée par Faraday pour constater le passage d'un courant et fondée sur la facile électrolyse de l'iodure de potassium, qui donne une tache bleu foncé au pôle positif.

VOLT-COULOMB. — Syn. de joule. C'est l'unité pratique de travail, c'est-à-dire le travail produit par un coulomb sous une différence de potentiel de 1 volt. Le volt-coulomb vaut 10^7 ergs, et $\frac{10}{9{,}80}$ kilogrammètres. (Voy. JOULE (SUPPLÉMENT) et UNITÉS.)

VOLTMÈTRE. — Ampèremètre étalonné pour permettre de mesurer en volts les forces électromotrices et les différences de potentiel. Soient deux points A et B ayant une différence de potentiel ε ; si on les réunit par un conducteur comprenant un galvanomètre, ce conducteur deviendra le siège d'un courant dont le galvanomètre fera connaître l'intensité. Mais, en général, l'établissement même du conducteur aura diminué la différence de potentiel entre A et B. Cependant, si le galvanomètre a une résistance considérable, cette modification sera peu sensible, et l'on aura à peu près

$$I = \frac{\varepsilon}{R},$$

R étant la résistance interposée. En plaçant le même galvanomètre entre deux autres points C et D dont la différence de potentiel est ε', on aura encore sensiblement

$$I' = \frac{\varepsilon'}{R}.$$

Les indications seront donc proportionnelles aux différences de potentiel, et pourront les mesurer en volts. Mais on voit que les voltmètres doivent nécessairement avoir une très grande résistance.

De même, si l'on réunit l'instrument aux deux pôles d'une pile dont la force électromotrice est E et la résistance r, on aura

$$I = \frac{E}{R + r}.$$

Pour une autre pile, on aura de même

$$I' = \frac{E'}{R + r'}.$$

Si la résistance R du galvanomètre est très grande, ainsi que nous l'avons supposé, on peut négliger r et r' et l'on a sensiblement

$$I = \frac{E}{R}$$

et

$$I' = \frac{E'}{R}.$$

Les déviations feront donc connaître les forces électromotrices.

Un voltmètre est donc un ampèremètre de très grande résistance, et tous les ampèremètres peuvent servir, sous cette condition, à mesurer les forces électromotrices.

Certains instruments portent deux circuits enroulés ensemble, l'un très peu résistant, formé souvent de quelques tours d'une bande de cuivre pour la mesure des intensités, l'autre très résistant, formé d'un fil de cuivre long et fin, qui sert à la mesure des forces électromotrices. Tel est l'ampèremètre de M. M. Deprez (fig. 46, p. 3[illegible]).

Dans d'autres modèles au contraire, on construit séparément des appareils d'une faible résistance pour les intensités, et d'autres très résistants, destinés à servir spécialement de voltmètres. Ainsi sir W. Thomson a construit un voltmètre semblable à l'appareil représenté (page 40, fig. 47); mais la bobine est formée d'un fil fin en maillechort ayant plus de 2 kilomètres de longueur et faisant 7000 tours. La résistance dépasse 7000 ohms. Pour mesurer des différences de potentiel supérieures à 10 volts, on ajoute à l'appareil un aimant directeur, on met le voltmètre en dérivation, et l'on éloigne l'aiguille mobile, de manière à avoir une déviation de grandeur convenable. Pour les différences plus petites que 10 volts, on supprime l'aimant directeur et l'on oriente l'instrument de manière à amener l'index au zéro de la graduation.

De même encore les voltmètres de MM. Deprez et Carpentier, de M. Desruelles, de M. Ayrton et Perry, de MM. Woodhoouse et awson ont extérieurement le même aspect ue les ampèremètres correspondants : ils n'en ifèrent que par leur très grande résistance ; il t donc inutile d'insister sur leur description.

Le voltmètre Hummel (fig. 1072), construit ir M. Fabius Henrion, de Nancy, se compose un solénoïde dans l'intérieur duquel se déplace ie lame de fer doux très mince en forme de uttière, portant une aiguille mobile sur un dran divisé. Cette lame est parallèle à l'axe i solénoïde et le tout est mobile autour d'un e placé excentriquement. Lorsque le courant sse, la lame de fer est attirée et tend à se pprocher de la partie du solénoïde la plus isine, entraînant l'aiguille, qui fait contre-ids. Le système se met en équilibre sous la uble influence de l'action électromagnétique de la pesanteur. La graduation est empiri-ie, et les divisions ne sont pas proportionnelles dans toute l'étendue de l'échelle. On con-



Fig. 1072. — Voltmètre Hummel.

struit sur le même principe des ampèremètres allant de 1 à 1000 ampères.

Dans le voltmètre de M. Bardon, comme dans



Fig. 1073. — Voltmètre Bardon.



Fig. 1074. — Voltmètre (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft).

isieurs de ceux qui précèdent, on a supprimé aimants permanents, pour éviter les erreurs es aux changements d'état magnétique. Il est mé d'un solénoïde à fil fin (fig. 1073), au itre duquel pénètre une lame de fer doux forme de faux, entraînant une aiguille sur uelle elle est fixée, et qui se meut sur un cle gradué. C'est le poids du système mobile i produit l'effort antagoniste à l'action du énoïde mobile, et le zéro est déterminé par la position d'équilibre de ce système. La résistance de la bobine (5000 à 6000 ohms) est assez grande pour qu'on puisse le laisser en circuit sans crainte d'échauffement. M. Bardon construit sur le même principe un ampèremètre que nous n'avons pas décrit et qui ne diffère du voltmètre que par sa faible résistance.

Le voltmètre de la Société alsacienne de constructions mécaniques se compose d'un solénoïde très énergique, qui attire deux petites

barrettes de fer doux, d'un poids si faible que le magnétisme rémanent qu'elles peuvent conserver est négligeable en comparaison de l'aimantation produite par le solénoïde. Une bobine d'une construction spéciale, en maillechort, sert à réduire au minimum l'influence de la température. Le mouvement des barrettes est transmis à un axe portant une aiguille indicatrice qui se meut sur un cadran; ces parties mobiles sont disposées de façon que la pesanteur fasse équilibre à l'attraction magnétique. Un bouton moleté porte une petite tige qui sert à immobiliser l'équipage mobile pendant le transport. L'appareil est fixé sur une paroi verticale de sorte que l'aiguille s'arrête au zéro.

Le voltmètre (fig. 1074), construit par la *Allgemeine Electricitäts Gesellschaft*, de Berlin, comprend un solénoïde relativement grand, entouré presque entièrement de fil de maillechort, et qui agit sur un faisceau de fils de fer extrêmement minces. Ce faisceau est mobile autour d'un axe, avec lequel il forme un certain angle, et qui est lui-même normal à l'axe du solénoïde. La longueur, le nombre et l'arrangement des fils de fer varient suivant que l'instrument est destiné à mesurer des volts ou des ampères, et que l'on désire une graduation proportionnelle sur tout le cadran, ou seulement des divisions très larges et uniformes dans le voisinage d'un certain nombre de volts ou d'ampères. La moindre variation de potentiel produit des déplacements relativement grands de l'index. L'emploi du maillechort et la grande surface de refroidissement de la bobine rendent l'appareil à peu près indépendant des changements de température.

Le voltmètre de Ross est constitué par un solénoïde en forme d'arc de cercle, dans lequel pénètre un tube en fer de même forme, supporté par une tige mobile autour d'un point fixe. Cet équipage porte en outre un index qui se déplace sur un cadran. Sous l'influence du courant, le tube de fer est attiré dans le solénoïde; la pesanteur fait équilibre à cette action. Le fil du solénoïde est en maillechort, et la résistance est assez grande pour qu'on puisse laisser l'appareil en circuit sans craindre l'échauffement. On peut ajouter deux lampes de couleur différente, qui s'allument lorsque la différence de potentiel tend à sortir des limites fixées, dans un sens ou dans l'autre.

Il existe beaucoup d'autres voltmètres industriels, dans lesquels on a écarté l'emploi des aimants permanents, pour empêcher le déplacement de la graduation avec le temps. Ils sont trop nombreux pour que nous puissions les décrire tous. Le principe est le même, et ces appareils ne diffèrent que par des détails.

Le voltmètre-balance, de MM. Drake et Gorman, employé en Angleterre par la *Electrical Power Storage C°*, est formé d'une bobine fixe, renfermant un noyau de fer doux, qui attire une armature de même métal, suspendue à l'extrémité d'une balance romaine. Sur l'autre bras du fléau se meut un contre-poids, qu'on déplace jusqu'à ce qu'il fasse équilibre à l'action électromagnétique. La graduation se fait empiriquement. Il existe un ampèremètre analogue.

Un certain nombre de voltmètres se rapprochent des électrodynamomètres. Ainsi le voltmètre de MM. Siemens et Halske est composé d'une grande bobine circulaire fixe et horizontale, et d'une bobine mobile plus petite, portée par des couteaux, qui fait, au repos, un angle d'environ 60° avec la bobine fixe. Sous l'influence du courant, la bobine mobile tend à se placer parallèlement à l'autre; la pesanteur fait équilibre à l'action électrodynamique. A cette bobine est fixé un index mobile sur un cadran de verre dépoli. Cet appareil est très sensible.

Sir W. Thomson a imaginé récemment un voltmètre formé également de deux bobines: l'une est plate et fixée sur une lame d'ébonite. Une aiguille, mobile sur deux couteaux, porte à la partie supérieure l'autre bobine, qui est à fil fin; elle est munie en outre de deux bras, sur chacun desquels peut glisser un petit poids: l'un sert au réglage, et l'autre à modifier la sensibilité. La graduation se fait avec un voltmètre étalonné.

Le voltmètre de Cardew est fondé sur un principe tout différent : il utilise l'échauffement d'un fil fin par le courant et la dilatation qui en résulte. Cet échauffement est proportionnel à eI, I étant l'intensité, e la différence de potentiel entre les deux extrémités du conducteur. L'instrument se gradue par comparaison avec un voltmètre étalonné. Un fil de platine, de 3,60 m. de longueur et de 0,063 mm. de diamètre, est fixé aux deux bornes de l'appareil; pour diminuer le volume, ce fil est replié plusieurs fois sur lui-même et passe sur trois poulies. Les deux poulies extrêmes sont fixes, mais la poulie intermédiaire est attachée à une tige terminée par un fil qui s'enroule deux fois sur une roue dentée, et qui est ensuite tendu par un ressort. Quand le fil de platine se dilate, le ressort tire l'autre fil et fait tourner la roue dentée. Celle-ci engrène avec une autre roue

e qui porte l'index mobile. Le volt-
dew est assez employé en Angleterre
magne.
ton et Perry ont modifié récemment
re. Le fil est tendu horizontalement
roite. En son milieu est attaché un
ral, qui est suspendu verticalement à
é d'un fil fin et porte à son extrémité
l'index, mobile sur un cadran hori-
and le fil se dilate, le ressort se dé-
it tourner l'index.
ous rappelons qu'on peut mesurer
nces de potentiel avec les électro-
s appareils sont très précis, mais ils
nt surtout aux laboratoires et sont
ats pour la pratique industrielle.
cependant employer dans ce cas le
électrostatique de sir W. Thomson, qui
de deux plaques verticales et paral-
s, entre lesquelles peut tourner une
bile autour d'un axe horizontal. Cha-
plaques fixes a la forme de deux sec-
0° accouplés par le sommet. La plaque
ésente à peu près la forme d'un 8,
iguille de l'électromètre à quadrants.
cette plaque est verticale; elle porte
émité supérieure un index mobile, et
ité inférieure un contre-poids. Elle
ans un plan vertical parallèle aux
xes. Ces dernières sont reliées aux
ts dont on veut connaître la différence
iel. On fait varier la sensibilité en
le contre-poids.

(MACHINE A). — Le mode de votation
exige beaucoup de temps dans les
s un peu nombreuses. On a cherché à
l'opération par l'emploi de diffé-
positions électriques et mécaniques.
, M. Martin de Brettes a proposé de
vant chaque membre deux boutons
s, l'un blanc, l'autre noir, fermant
its qui aboutissent à un tableau en-
. Un indicateur autographique et
leur mécanique complètent l'instal-

uin a proposé en 1875 à l'Assemblée
l'emploi de deux récipients, conte-
un un certain nombre de boules de
ds. Pour voter, on presse un bouton
échapper une seule boule de l'une
: les boules de même espèce viennent
dans un entonnoir, et l'on connaît
bre par l'augmentation de poids. Un
ur électrique est joint à l'appareil.
-Ange Davillé dispose devant chaque
votant trois boutons semblables à ceux des sonneries; l'un est destiné aux votes *pour*, le second aux votes *contre* et le troisième aux abstentions. Ces boutons communiquent respectivement avec les cases correspondant à trois tableaux analogues aux tableaux indicateurs.

Lorsqu'un votant appuie sur un bouton, il lance le courant d'un élément Leclanché dans un électro-aimant fixé sur le tableau récepteur correspondant. Cet électro-aimant attire son armature; ce mouvement dégage une bille qui tombe dans un tube de 1 centimètre de diamètre. En même temps, l'armature fait basculer un levier portant sur un petit drapeau le nom du votant, et ce nom apparaît devant l'ouverture correspondante.

Toutes les billes du même tableau se réunissent sur un plan incliné et s'engagent dans un tube, qui porte des divisions indiquant immédiatement le nombre de ces boules. On remet en place les leviers déclenchés en passant sur l'appareil une règle un peu forte.

Dans les votes secrets, on masque chaque tableau avec un couvercle opaque. Ce couvercle porte à l'intérieur la règle destinée à rabattre les leviers, et qui se manœuvre de l'extérieur. De plus, pour qu'on ne puisse pas connaître le vote de chacun d'après les billes disparues, on fait écouler toutes les billes qui restent avant de démasquer les tableaux.

M. P. Le Goaziou a proposé en 1888 une machine qui permet de compter très rapidement les votes pour et contre, et qui rend impossible toute espèce d'erreur ou de fraude.

Devant chaque votant est disposée une manette, qui peut se placer sur deux boutons marqués : *Pour* et *contre*, ou rester entre les deux pour l'abstention.

Les axes des manettes sont tous reliés à des secteurs métalliques disposés en cercle sur un même plateau vertical ; une bande de cuivre circulaire et continue est placée concentriquement à la ligne des secteurs. Sur ce plateau peut tourner un levier portant deux frotteurs, qui passent l'un sur le cercle continu, l'autre sur les secteurs. Le cercle est relié d'une façon continue avec une pile : les frotteurs, qui communiquent l'un avec l'autre, mettent donc successivement, en un tour complet du levier, tous les secteurs, et par suite toutes les manettes, en rapport avec la pile.

A chaque vote, on fait faire au levier un seul tour. Chaque votant dispose donc un instant d'un courant, qu'il envoie, suivant la position donnée à la manette, dans l'un ou l'autre de

deux circuits identiques, destinés à enregistrer; l'un les votes pour, l'autre les votes contre. Chacun de ces circuits se divise en deux dérivations d'égale résistance : l'une comprend l'électro-aimant d'un compteur qui totalise les votes, l'aiguille avançant d'une dent à chaque courant. L'autre contient un électro-aimant, dont l'armature commande un style qui trace un trait sur un cylindre tournant.

Ce cylindre est couvert d'une feuille de papier sur laquelle on a imprimé plusieurs fois la liste complète des votants. Le cylindre fait, à chaque vote, un tour entier dans le même temps que le levier du plateau distributeur, et les noms des votants passent successivement entre les styles des deux électro-aimants enregistreurs. Suivant la nature du vote, l'un ou l'autre de ces styles trace un trait, qui se trouve à gauche du nom dans un cas, à droite dans l'autre. Il n'y a donc à craindre aucune confusion. Pour procéder à un second vote, on fait glisser un peu le cylindre sur son axe, et une nouvelle liste de noms vient se placer entre les deux styles. Enfin, si le scrutin doit être secret, on coupe, à l'aide d'interrupteurs, les deux dérivations des électro-aimants enregistreurs.

En cas d'abstention, la manette n'envoie aucun courant.

On peut obtenir après chaque vote le rappel automatique de toutes les manettes à ment. Dans ce cas, chaque manette, dans un plan vertical, porte un contre-p fisant pour la ramener sur la vertica anneau de fer doux. Un électro-ai placé en regard de la manette. Au mo vote, le président ferme un circuit con tous les électro-aimants des transmette neau de fer doux s'aimante et l'attra l'électro-aimant est assez forte pour m la manette dans la position où le votant sans pouvoir cependant empêcher la m Après le vote, on ouvre le circuit, et l manettes reprennent la position vertic

La seule fraude qui soit possible appareil consisterait à réunir les deux pour et contre par une pièce métalli d'augmenter le nombre des votes : el décelée par l'examen de la liste des D'ailleurs M. Le Goaziou a imaginé u sition qui rend cette fraude impossibl dans le cas du scrutin secret.

Enfin on peut ajouter un compteur mentaire et un troisième électro-aima gistreur pour tenir compte des ab (V. *Lumière électrique*, 22 octobre 1888)

VULCANITE. — Substance isolante composée d'ébonite colorée par du verm sulfure d'antimoine, etc.

W

WAGON DYNAMOMÉTRIQUE. — Wagon renfermant des appareils destinés à étudier les différents phénomènes de la traction. Nous décrirons les wagons employés par les Compagnies du Nord et de l'Est, d'après les notices publiées par ces Compagnies.

Le wagon dynamométrique de la Compagnie du Nord contient quatre enregistreurs, qui inscrivent leurs tracés sur une même bande de papier. Ce papier, emmagasiné sur une bobine, passe entre deux cylindres formant laminoir, qui l'entraînent dans leur mouvement, et vient s'enrouler sur une seconde bobine.

Le mouvement du laminoir s'obtient au moyen d'une commande par courroie sur l'essieu d'avant du wagon; une vis sans fin et une série d'engrenages réduisent la vitesse dans le rapport de 141 millimètres par kilomètre. Le papier avance donc proportionnelle vitesse du train dans une direction culaire au grand axe du wagon. Un e permet d'isoler le laminoir de la commande et par suite d'arrêter a déroulement du papier.

Cette bande de papier reçoit les si cés par quatre styles *a*, *b*, *c*, *d* (fig. 1 sés verticalement sur une même suivant l'axe principal du wagon, et gistrent simultanément les efforts de t position des poteaux hectométriques. écoulé, les tours de roues effectués p commandant l'entraînement du papie quième style *f*, fixe, trace un trait co respondant à l'origine des ordonnées quent les efforts de traction.

L'évaluation de ces efforts

yen d'un ressort dynamométrique à lames, à la tige de traction du wagon. Pour diminr le frottement et rendre plus sensibles les s faibles flexions de ce ressort, la tige de tion ainsi que la portion mobile du ressort se meuvent sur des galets. La transmission des déplacements de la chappe du ressort au style *a*, chargé de les inscrire sur la bande de papier, se fait par l'intermédiaire d'une tige verticale EE' (fig. 1076) et d'une bielle horizontale G,

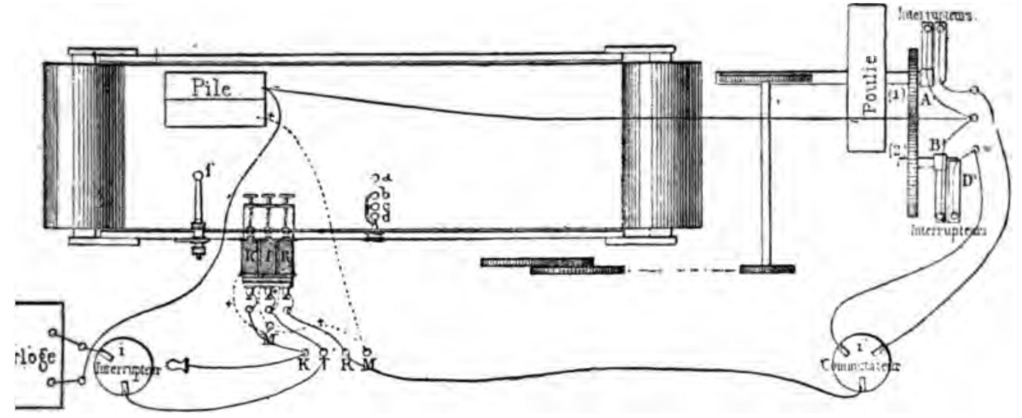


Fig. 1075. — Wagon dynamométrique du chemin de fer du Nord.

louble articulation, commandant un chat F, porteur du style *a*. Ce dernier se meut re deux glissières horizontales fixées au bâti l'appareil; ces glissières, en forme de queue ronde, ne permettent au chariot qu'un mouvement d'avance ou de recul, et l'empêchent de tressauter sous l'influence des trépidations du wagon, condition indispensable pour la conservation du crayon et la netteté du trait.

La position des poteaux hectométriques est

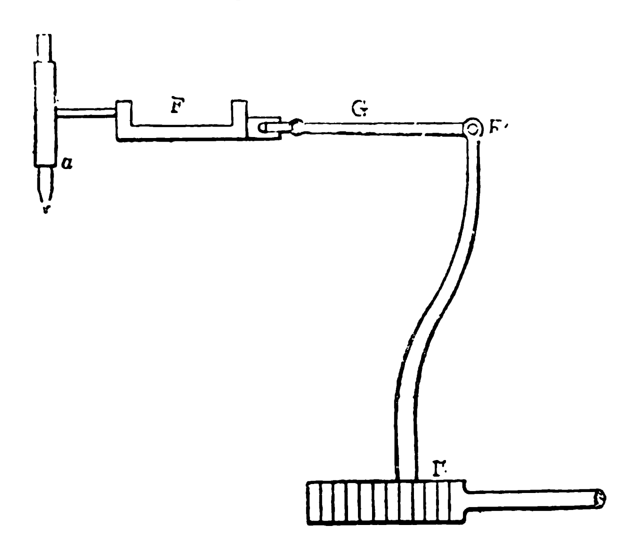


Fig. 1076. — Enregistrement des efforts de traction.

registrée par le style *b* (fig. 1077), qui est fixé 'extrémité d'un levier pouvant osciller autour ın axe vertical *xy*. L'autre extrémite porte rmature d'un électro-aimant K, qui commuque avec une pile et un interrupteur mobile, rmé d'une poire en caoutchouc placée à l'avant du wagon, et manœuvré par un observateur qui surveille la voie. Tant que l'appareil est au repos, le style *b* trace un trait rectiligne. Lorsque le wagon passe devant un poteau hectométrique, l'observateur lance un courant dans l'électro-aimant K; le levier oscille et le style *b*

inscrit un petit trait perpendiculaire à la ligne primitive. En prolongeant un peu le contact, on peut donner à ces petits traits des longueurs i gales, et par suite des significations différen

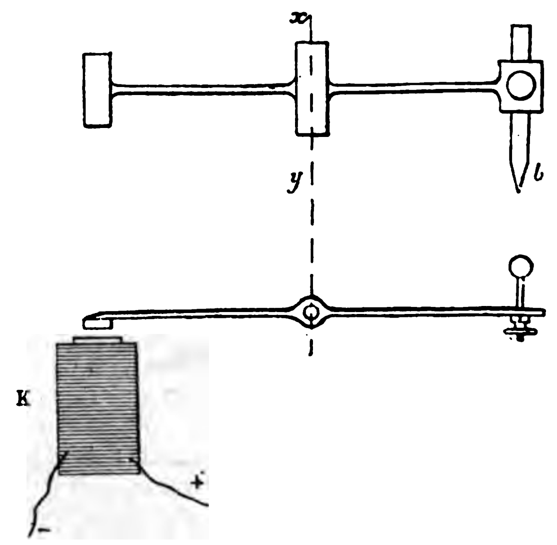


Fig. 1077. — Enregistrement de la position des poteaux hectométriques (Compagnie du chemin de fer du Nord).

On peut distinguer ainsi les poteaux hectométriques, les poteaux kilométriques, les aiguilles, les bifurcations, etc.

Le style *c*, qui enregistre le temps, est posé comme le précédent, mais l'élect aimant, au lieu d'être actionné à la main,

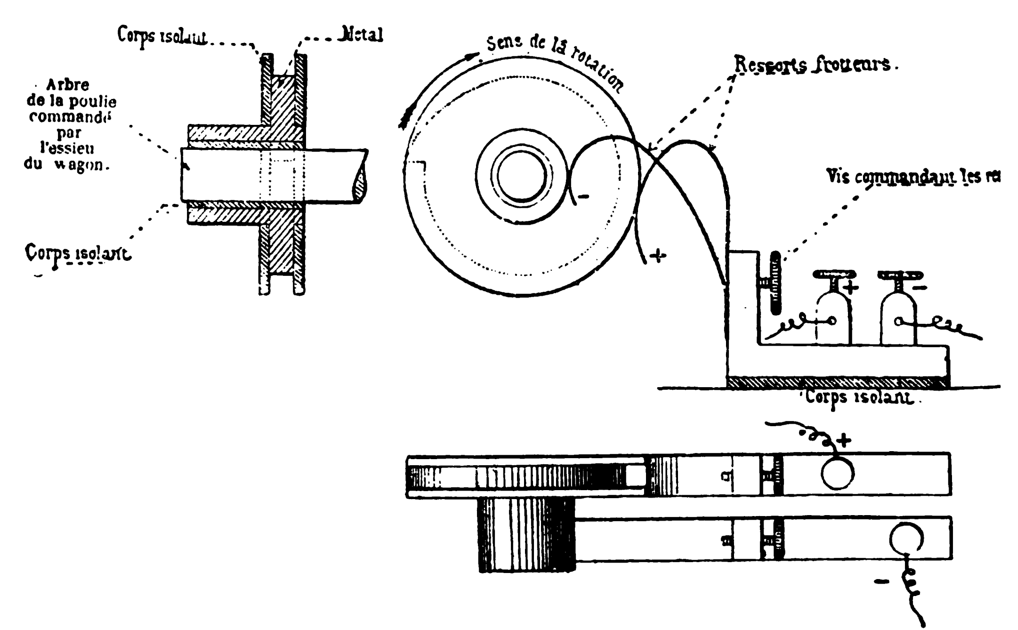
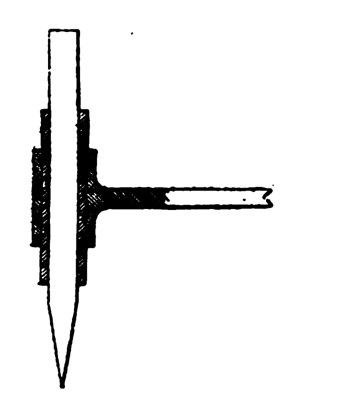


Fig. 1078. — Enregistrement des tours de roue (Compagnie du chemin de fer du Nord).

sous la dépendance d'une horloge qui lance un courant toutes les dix secondes.

Le style *d* est encore installé de la même façon et commandé par un troisième aimant, dont le circuit comprend de rupteurs représentés (fig. 1078) et

te que, suivant qu'on met l'électro en ıication avec l'un ou l'autre de ces inurs, on obtient à volonté un contact,



1079. — Disposition des styles enregistreurs.

aque tour de la roue du wagon, soit deux tours seulement. Un commutamet d'effectuer cette manœuvre ins:ıent.

Les trois bobines précédentes sont disposées l'une au-dessus de l'autre sur le même axe vertical xy; les trois électro-aimants sont fixés sur une même plaque appartenant au bâti de l'appareil.

Les styles sont formés de tubes creux en verre, effilés à la partie inférieure (fig. 1079). Chacun de ces tubes est fixé dans un étui métallique, glissant à frottement doux dans une gaine verticale fixée au levier. Le poids du tube appuie la pointe sur le papier. Les tubes contiennent une encre très liquide (eau colorée par la fuchsine) qui s'écoule par capillarité.

La bande de papier présente finalement l'aspect de la figure 1080. Ces indications, obtenues automatiquement, permettent de déduire, par un simple travail de bureau, une série de résultats très intéressants et parfaitement exacts, car la disposition même de l'appareil empêche de laisser passer une erreur.

Ce système peut servir aussi à l'étude du patinage des locomotives. On supprime la communication de l'électro-aimant qui commande le

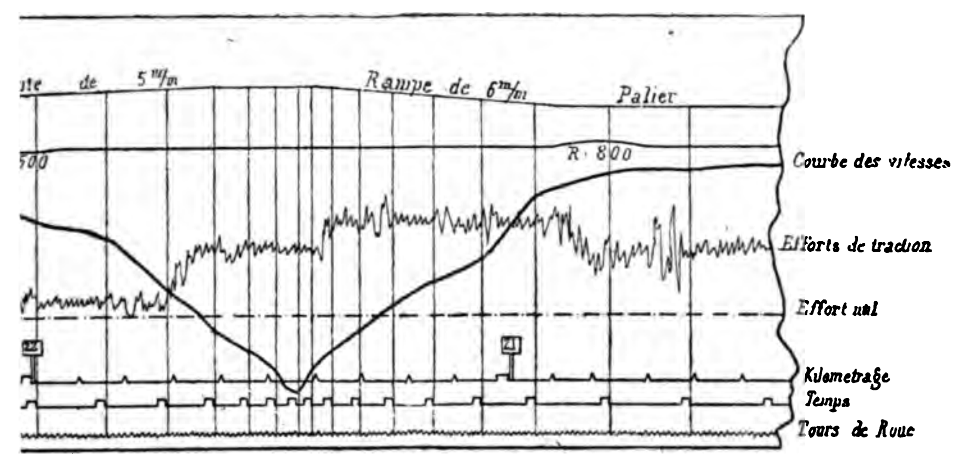


Fig. 1080. — Aspect des indications enregistrées.

:c la roue du wagon, et on le met en ıvec celle de la locomotive. On a consle patinage des machines d'express de ıgnie du Nord est presque nul.

uvera à l'article INDICATEUR DE PRESSION l employé par la compagnie du Nord dier le travail de la vapeur sur les pis-

ʒon dynamométrique de la Compagnie in de fer de l'Est est muni d'un châssolide, en fer, spécialement approprié tination.

ıreil de choc et de traction destiné à la mesure des efforts développés sur la barre d'attelage pour la traction, ou des chocs produits sur les tampons pendant les périodes d'arrêt, est parfaitement mobile dans ses guides et supports, pour annuler autant que possible l'influence des frottements. Dans ce but, on a substitué aux appareils ordinaires de guidage d'autres dispositifs, munis de galets horizontaux et verticaux.

Le ressort dont la flexion doit mesurer les efforts de traction se compose de quatorze lames, divisées en deux groupes de sept, d'une puissance de 10 000 kilogrammes, et dont les

flexions s'ajoutent pour la facilité des observations. Ces ressorts s'appuient sur de petits supports à galets. A la chape du ressort d'avant s'attache la tige de traction; sur celle du ressort d'arrière agit une sorte de joug, sur les extrémités duquel appuient les tiges des tampons.

Entre les deux ressorts est intercalée une masse fixée rigidement au châssis, dont les deux faces opposées servent de points d'appui aux ressorts dans la flexion qu'ils prennent sous l'action des efforts de sens contraire, traction ou poussée, qui les sollicitent.

Ces flexions se transmettent, au moyen de bielles et de leviers de renvoi, à un crayon qui trace une courbe sur une bande de papier se déroulant, comme dans l'appareil précédent, d'un mouvement proportionnel à la marche du train. Le crayon inscrit des ordonnées proportionnelles aux efforts de traction. La surface comprise entre la courbe, la droite correspondant à un effort nul et deux ordonnées représente le travail produit pendant le temps correspondant à la distance des deux ordonnées. Des dispositions particulières permettent de mettre en marche ou d'arrêter l'appareil enregistreur, d'éviter les chocs à la mise en marche, enfin de transformer le mouvement du wagon soit en avant, soit en arrrière, en un mouvement du papier toujours de même sens. Le même arbre qui entraîne le papier fait mouvoir aussi divers autres appareils : compteur kilométrique et hectométrique, enregistreurs et indicateurs de vitesse, totalisateur de travaux, etc. Un enregistreur commandé par une horloge à remontoir électrique, de M. Barbey, inscrit un trait toutes les dix secondes.

« Le travail de la vapeur sur les pistons de la locomotive a été évalué jusqu'à ce jour au moyen des diagrammes relevés avec des indicateurs placés immédiatement au-dessus des cylindres de la locomotive, ce qui n'était pas sans présenter de nombreuses difficultés, un certain danger même, aux grandes vitesses.

« Les résultats fournis par la plupart de ces appareils renferment en outre des erreurs provenant de l'inertie des pièces, qui peuvent être considérables lorsque la vitesse du piston atteint une valeur un peu grande. Le but que l'on s'est proposé dans les appareils destinés a relever le travail de la vapeur a donc été :

« 1° De faire ce relevé à distance;

« 2° De s'affranchir des causes d'erreurs provenant de l'inertie des organes de l'indicateur;

« 3° De relever le travail de la vapeur simultanément sur les quatre faces des pistons.

« Les appareils employés dans ce but sont basés sur l'emploi de l'air comprimé et de l'électricité : ils ont été étudiés et exécutés par les agents de la Compagnie de l'Est sur des données théoriques fournies par M. Marcel Deprez.

« Deux tableaux destinés à recevoir le tracé des courbes manométriques, dont la surface représente le travail de la vapeur sur les quatre faces des pistons, reçoivent un mouvement alternatif, qui doit être la reproduction exacte et synchrone de celui des pistons de la locomotive. Ces tableaux empruntent leur mouvement à l'essieu du wagon par l'intermédiaire d'engrenages, de bielles et de manivelles destinés à transformer le mouvement de rotation continu de l'essieu en un mouvement de va-et-vient, d'une amplitude proportionnelle à la course des pistons. Le nombre de tours de l'essieu restant constant pour une même vitesse kilométrique, tandis que le nombre des coups de piston varie avec le diamètre des roues motrices de la locomotive, on a dû intercaler une série d'engrenages permettant d'obtenir l'égalité entre les allées et venues des tableaux et le nombre des coups de piston des différentes locomotives sur lesquelles on veut opérer.

« Un appareil correcteur composé de deux jeux d'engrenages différentiels, dont l'un est commandé à la main et l'autre par une roulette animée d'une vitesse variable, à la volonté de l'opérateur, suivant la distance qu'elle occupe par rapport au centre d'un disque en mouvement, permet d'obtenir le synchronisme exact des oscillations des tableaux et de celles des pistons de la machine. La combinaison d'une lampe, d'un miroir, de prismes, de lentilles et d'un écran qui disparaît sous l'action d'une commande électrique à l'instant précis où le piston arrive en un point déterminé de sa course, produit une étincelle lumineuse qui permet de reconnaître si le synchronisme est établi.

« Les tableaux reproduisant exactement le mouvement des pistons, il reste à tracer à leur surface la courbe des pressions successives de la vapeur dans les cylindres. Ce résultat s'obtient au moyen d'un indicateur manométrique et d'explorateurs placés sur les deux faces de chaque cylindre, et fonctionnant sous l'action de l'air comprimé. Les explorateurs sont de petits cylindres munis d'un piston très léger et susceptible de se déplacer d'une très petite quantité, sous l'influence d'une très

lifférence des pressions qui agissent sur x faces. L'air comprimé à une pression ure à la plus forte pression de vapeur rer est obtenu au moyen d'une pompe à nmandée par un excentrique calé sur s essieux du wagon, et accumulé dans ervoir où on le prend pour le fonction· des appareils. Cet air est amené dans ce avec lequel communiquent, par une tuyaux, d'une part l'indicateur manome, d'autre part les explorateurs. Ces ls sont donc, au même instant, soumis me pression d'air, que l'on peut mainnstante, ou que l'on fait décroître d'une e continue jusqu'à la pression atmosie, en agissant sur le ressort de l'indicaen faisant échapper l'air.

s enregistreurs électriques, reliés au de l'indicateur, occupent donc successi-, devant les tableaux, une hauteur qui de la tension de l'air comprimé.

d'autre part, un courant électrique est lans les électro-aimants de ces enrers, au moment précis où la pression cylindre est égale à celle de l'air comdans l'indicateur, on obtiendra sur le une série de points qui indiquent, r position, la pression dans le cylindre stant déterminé de la course du piston. but, le piston de l'explorateur est relié enregistreur électro-magnétique, qui un signal chaque fois que l'équilibre es pressions qui le sollicitent sur ses aces est rompu. Ces pressions étant, part, celle de l'air comprimé, d'autre elle de la vapeur dans le cylindre, le pası courant marquera sur le tableau un lont l'ordonnée mesurera la pression de ur dans le cylindre, à l'instant précis où produit.

opérant sur une série de coups de piscessifs, on obtient une série de points iquent le contour du diagramme représ le travail de la vapeur sur les pistons. ployant autant d'explorateurs et d'enrers qu'il y a de courbes à tracer, on peut simultanément les diagrammes sur les faces des pistons, tracer la pression de la vapeur dans la chaudière et dans les différents points de son parcours, depuis la chaudière jusqu'aux cylindres, et des cylindres eux-mêmes jusqu'à l'orifice de l'échappement. »

WATT. — Unité pratique de puissance. C'est la puissance capable de produire un travail d'un joule (Voy. Supplément) par seconde, ou la puissance d'un courant d'un ampère sous un volt. Pour cette raison, le watt est quelquefois désigné sous le nom de *volt-ampère*. Le watt vaut 10^7 unités C.G.S. de puissance. Le cheval-vapeur vaut environ 736 watts (Voy. Unités). On a donné quelquefois le nom de watt à l'unité pratique de travail, et le nom de watt-seconde à l'unité de puissance; mais ces dénominations n'ont pas prévalu.

WATTMÈTRE ou VOLTAMPÈREMÈTRE. — Appareil qui mesure l'énergie ou la puissance d'un courant (Voy. Compteur d'électricité).

WAY-DUPLEX. — Voy. Phonoplex.

WEBER. — Ancienne unité d'intensité, qui valait en Angleterre 1 ampère, et en Allemagne $\frac{1}{10}$ d'ampère. On donnait quelquefois le même nom à l'unité de quantité d'électricité. Cette dénomination n'est plus employée depuis l'adoption du système C.G.S.

WHEATSTONE (PONT DE). — Voy. Pont de Wheatstone.

WILDE (MACHINE DE). — Machine dynamo-électrique imaginée par M. Wilde, en 1865, et formée d'une bobine Siemens (fig. 517, p. 452) tournant entre les pôles d'un électro-aimant à deux branches plates et allongées. Cette machine est actionnée par une petite magnéto, formée également d'une bobine Siemens tournant aussi entre les branches d'une série d'aimants en U juxtaposés.

WINTER (ANNEAU DE). — Anneau de fil de fer recouvert de bois, qu'on fixait sur le conducteur des machines électrostatiques pour augmenter leur capacité.

WRAY (COMPOSITION). — Substance isolante formée de gomme laque, caoutchouc saupoudré, silice ou alumine et gutta-percha; cette substance est employée dans la fabrication des câbles.

Z

ZINC. — Métal qui forme ordinairement le pôle négatif des piles hydro-électriques.

Le zinc chimiquement pur pourrait rester indéfiniment dans l'eau acidulée sans être attaqué à circuit ouvert. Il n'en est pas de même pour le zinc du commerce, qui renferme toujours d'autres métaux et notamment de l'arsenic, du cadmium, du plomb. Ceux-ci forment avec le zinc de petits couples locaux dans lesquels ce dernier est l'élément attaquable. Ces petits couples sont toujours en circuit fermé, même lorsque la pile est ouverte, et par suite le zinc est attaqué d'une façon continue, même dans ce dernier cas.

Il serait d'ailleurs impossible d'employer du zinc chimiquement pur à cause de so[i] élevé. Kempe a montré qu'on obtient les [...] résultats avec le zinc amalgamé. On doi[t] se servir toujours dans les piles de zincs [amal]gamés. Nous avons indiqué au mot Pile [...] tien des piles hydro-électriques) les diff[érentes] manières d'amalgamer les zincs. Nous [...] rons que l'on vend souvent les zincs ama[lgamés] dans la masse. Ces zincs sont obtenus e[n ...] tant environ 4 p. 100 de mercure à [...] fondu et coulant rapidement dans des [...]

Pôle zinc. — Syn. de Pôle négatif.

ZONE NEUTRE. — Partie d'un aima[nt] laquelle il n'y a que peu ou pas de [magné]tisme libre.

ERRATA

Page 89, fig. 105, *au lieu de:* les contacts *hm* doivent être supprimés, *lisez :* les contacts *m'hm* subsiste

— 141, 2e colonne, ligne 3, *au lieu de :* emploie depuis 1886, *lisez :* emploie depuis 1882.

— 147, 1re — — 25, et 2e colonne, fig. 173, *au lieu de :* commutateur alsacien, *lisez :* co tateur suisse.

— 187, 1re — — dernière, *au lieu de:* Voy. Télégraphie, *lisez :* Voy. Transmission télégr

— 318, fig. 358, la pile de gauche doit être marquée P'.

— 2e colonne, avant-dernière ligne, *au lieu de :* les résistances de AP'GM, *lisez :* les res de AP'M.

— 407, 2e — l'article Joule doit être remplacé par celui du supplément. La définition do celle du Watt.

— 536, 2e — ligne 21, *ajoutez :* Voy. Sismographe.

— 731, 1re — — 36. *après :* un procédé plus récent, *ajoutez :* dû à MM. Worms et Balé.

— 811, 2e — — 48, *au lieu de:* (fig. 956), *lisez :* (fig. 955).

— 812, 1re — — 10, *au lieu de:* on les renfermes, *lisez :* on les renferme.

SUPPLÉMENT

A

ABATAGE DES ARBRES PAR L'ÉLECTRICITÉ. — Dans les grandes forêts de la Galicie, on abat les arbres d'essence tendre à l'aide d'une tarière animée par un moteur électrique, et possédant à la fois un mouvement de rotation et un mouvement alternatif de va-et-vient. L'appareil est monté sur un chariot qui permet de le faire tourner autour de l'arbre. On fait ainsi plusieurs trous, puis l'on achève de couper à la hache. Le travail est très rapide.

On a essayé en Amérique de scier les arbres avec un fil porté au rouge par un courant. Ce procédé ne semble pas avoir réussi.

ACCIDENTS PAR L'ÉLECTRICITÉ. — Le dimanche 23 novembre 1890, à deux heures de l'après-midi, M. G..., maréchal des logis de dragons, en garnison à Nancy, descendait la rue du faubourg Saint-Jean, suivi d'un soldat, monté également sur un cheval et en conduisant un autre par la bride. En arrivant devant la porte Stanislas, le cheval conduit en main par l'ordonnance passa sur une plaque de fonte fermant l'un des regards de la canalisation d'électricité. En touchant cette plaque, il fit un saut brusque et tomba raide mort. L'autre cheval, qui n'avait posé qu'un pied sur la plaque de fonte, fit seulement un écart et renversa son cavalier.

Cet accident s'explique par ce fait que la canalisation de Nancy, qui reçoit des courants alternatifs à 2400 volts, est encore formée en partie par des câbles anciens, insuffisamment isolés. Ce sont des câbles *concentriques*, c'est-à-dire renfermant les deux conducteurs dont l'un forme l'axe du câble, tandis que l'autre forme une enveloppe concentrique au premier et séparée de lui par une couche isolante. Dans les premiers câbles, la substance isolante était du jute ; mais, cet isolant ayant laissé beaucoup à désirer, on le remplaça ensuite par du caoutchouc. On conserva cependant une partie de l'ancienne canalisation.

Pour établir les dérivations, on dénude les extrémités des conducteurs et on les réunit par des pinces spéciales ; ces joints sont faits dans l'intérieur de boîtes de jonction, que l'on remplit ensuite de brai. Les boîtes de jonction sont placées dans des cavités fermées par des plaques de fonte. C'est une de ces plaques qui a provoqué l'accident. Il est probable qu'un des câbles s'est trouvé par hasard en contact avec la plaque de fonte et l'a portée à un potentiel élevé, cette plaque se trouvant sans doute en communication insuffisante avec le sol.

Cet accident montre avec quel soin doivent être isolés les conducteurs destinés aux courants alternatifs à haute tension. La Compagnie nancéenne d'électricité s'est préoccupée immédiatement d'éviter le retour d'accidents aussi fâcheux.

ACCUMULATEUR ÉLECTRIQUE. — De nouveaux modèles d'accumulateurs surgissent chaque jour, et nous ne pouvons songer à décrire ici tous ceux qui ont paru depuis la publication de notre précédent article.

Nous indiquerons seulement un modèle tout récent, celui de MM. Betts et C[ie], de Carcassonne (Aude), construit d'après le système Cheswright.

Dans cet accumulateur, chaque plaque est formée par la juxtaposition de tubes verticaux en plomb pur, raffiné spécialement pour cette application. Ces tubes sont à section rectangulaire et repoussés, sous des pressions considérables, dans une filière qui produit sur les faces extérieures, formées par les grands côtés du rectangle, des nervures voisines en forme de queue d'aronde. La matière active est emprisonnée dans les cavités formées par ces saillies, dont le nombre et la disposition sont différents pour les tubes formant les éléments constitutifs des plaques positives et ceux des plaques négatives.

Les plaques d'un même élément de l'accumulateur sont suspendues au moyen d'un châssis en bois.

La pression considérable employée dans la fabrication de ces éléments (300 à 600 atmosphères) donne au métal un grande homogénéité et empêche la corrosion des supports.

D'après les auteurs, les principaux avantages de ce système sont les suivants :

Grande rigidité des électrodes, qui peuvent être manipulées sans crainte de les déformer.

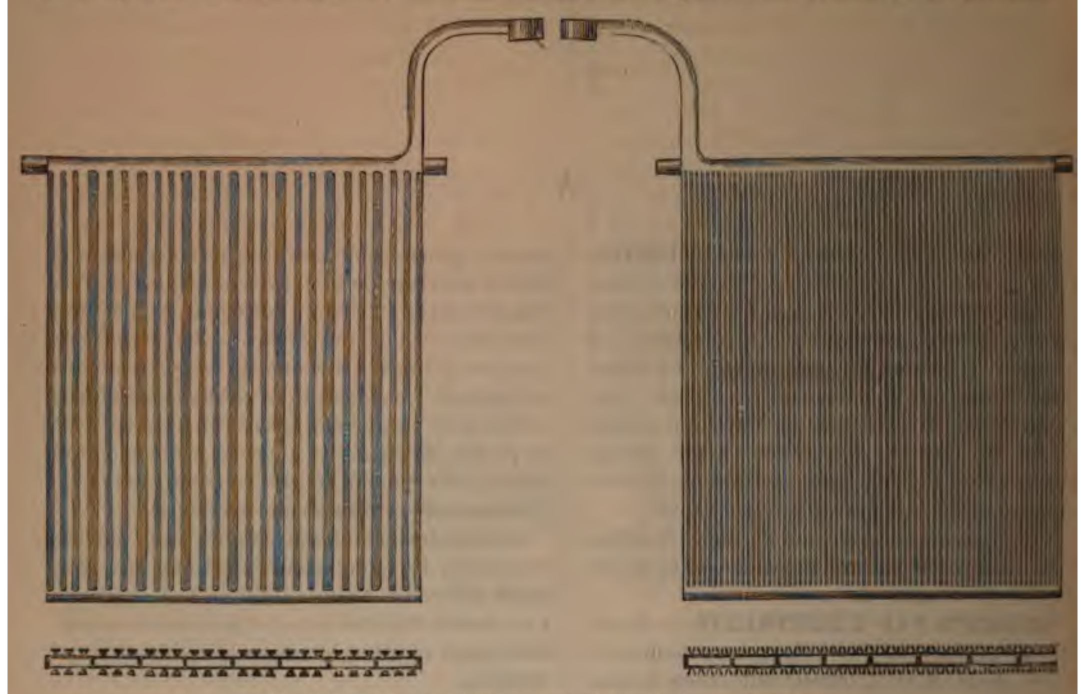


Fig. 1081. — Plaque positive et plaque négative de l'accumulateur Betts.

Grande surface de contact entre la matière active et le support; dans les plaques positives cette surface est égale à quatre fois la surface de l'électrode.



Fig. 1082. — Accumulateur Betts (figure communiquée par Ch. Bellens).

Très grande division de la matière active, ce qui annule les effets de ses modifications de volume.

Absorption complète des gaz libérés par l'électrolyse de l'eau et par suite grand rendement.

ıtion du foisonnemeut des électrodes de la matière active empêchée.

ɔrmation progressive des électrodes es genre Planté, au fur et à mesure du : par le courant de la matière active artificiellement.

ıde durée des plaques et le bon rende- ces appareils sont ainsi réalisés et per- .es applications industrielles dans des .s de sécurité et d'économie hors ligne.

upement des électrodes formant un ı été étudié minutieusement de façon ır les manipulations, l'entretien et la ıce et à avoir un écartement rigou- ıt exact des plaques.

.re 1082 montre l'aspect général de cet ıteur.

oindrons encore aux nombreuses des- d'accumulateurs données plus haut ı modèle breveté récemment par la So- *ios* à Cologne-Ehrenfeld, et qui repose incipe tout différent. C'est un accumula- rmoélectrique, renfermant un certain le lames de deux métaux différents, aussi ɿue possible sur l'échelle thermo-élec- ui sont soudées ou rivées ensemble. Le entouré d'une enveloppe conduisant ıaleur, et qui peut s'enlever en face ɜs de jonction des deux métaux. On 'appareil en y faisant passer un cou- le porte à une température élevée. La ainsi accumulée peut se conserver ıgtemps, grâce à l'enveloppe ; pour dé- l'accumulateur, on ouvre l'enveloppe es joints, qui sont refroidis par l'air. Il it un courant qui dépend de la nature ıux, du nombre des soudures et de la ure, et qui dure jusqu'au complet re- nent. Une partie de ce courant peut loyée à régulariser la force électromo- a décharge.

AGE ÉLECTROLYTIQUE. — Nous diqué plus haut le principe de l'affi- ctrique, qui est surtout appliqué au ans le but d'obtenir du cuivre pur, de te conductibilité. Nous ajouterons ici détails sur ce procédé.

ıolution de sulfate doit être assez char- être bien conductrice. Il faut pour cela t une densité de 1,125, ce qui corres- 2,5 p. 100 de sulfate anhydre. On doit r l'opération avec beaucoup de soin. Si ıes ne sont pas bien planes, ou si elles pas parfaitement équidistantes, si les e la cuve ne sont pas suffisamment lisses et propres, il peut se produire en certains points des dépôts rapides qui se rejoignent bientôt, et l'électrolyse s'arrête.

Il suffit ici d'une très faible force électromotrice ; il en de même dans tous les procédés où l'on fait usage d'anodes solubles; le travail que nécessite le dépôt du cuivre sur la cathode se trouve en effet compensé par celui qui correspond à la dissolution de l'anode.

Le dépôt est d'autant plus cohérent qu'il s'est formé plus lentement. On ne doit pas dépasser 1/100 de millimètre par heure. Il est bon que l'intensité du courant ne soit pas supérieure à 1 ampère par décimètre carré d'électrode, ou même à 10 ou 20 ampères par mètre carré. Il est avantageux d'employer des électrodes de grandes dimensions et de les placer très près l'une de l'autre, afin de diminuer la résistance. Cette distance ne doit cependant pas être inférieure à 5 centimètres. Si c'est nécessaire, on placera un certain nombre de bains en tension pour que l'intensité ne soit pas trop forte. Ce nombre variera avec la puissance de la machine employée.

Les meilleurs résultats paraissent correspondre à dix bains par cheval vapeur, avec 152 mètres de surface pour chaque électrode. La différence du potentiel est alors de 0,2 volt par bain. Dans ces conditions, on peut obtenir plus de 3 kilogrammes par cheval-heure.

Les frais spéciaux sont assez faibles ; la plus grande dépense provient de l'amortissement du matériel : il faut immobiliser un poids de cuivre 50 à 75 fois plus grand que celui produit en vingt-quatre heures.

L'affinage électrolytique présente plusieurs avantages. Il permet d'extraire complètement l'or et l'argent; de plus, il donne du cuivre très pur, contenant au plus 1 à 2 millièmes de matières étrangères et possédant une très grande conductibilité.

Le cuivre électrolytique manque souvent de cohésion, à moins d'effectuer le dépôt avec une telle lenteur que le prix de revient finit par devenir extrêmement élevé. M. William Elmore, de Londres, évite cet inconvénient en déposant le métal sur un manchon cylindrique qui tourne lentement, et le brunissant, à mesure qu'il se dépose, par le frottement sur une agate animée d'un mouvement longitudinal. Les tubes ainsi obtenus se transforment facilement en fils : pour cela, on les découpe en spirale, de façon à former un fil de section carrée, et l'on passe à la filière un grand nombre de fois.

ALCOOLS (RECTIFICATION DES). — M. de Méritens fait disparaître les aldéhydes et acétones qui donnent mauvais goût à l'alcool en électrolysant le liquide additionné de bisulfite de soude, qui augmente la conductibilité du bain et de plus produit par l'électrolyse de l'acide sulfureux, agissant comme réducteur. Les aldéhydes sont réduits et transformés en alcool ; l'acide sulfureux se transforme en acide sulfurique, qui se combine avec la soude. M. de Méritens propose d'employer cette méthode pour purifier les alcools et pour retarder la fermentation des jus fermentescibles.

ALTERNATEUR. — Syn. de machine d'induction à courants alternatifs.

ANTHROPOPLASTIE GALVANIQUE. — Procédé de métallisation galvanique imaginé par le Dr Variot et destiné à remplacer l'embaumement des cadavres. Une tentative analogue avait déjà été faite par Soyer en 1854.

Le Dr Variot enduit d'abord le corps d'une solution concentrée de nitrate d'argent, puis il réduit ce sel au moyen de vapeurs émises par une dissolution de phosphore dans le sulfure de carbone. La peau, qui était d'un noir opaque, prend des reflets argentés brillants. Le corps est alors introduit dans un bain galvanoplastique, où il se recouvre d'un dépôt régulier.

L'idée est certainement originale. On peut se demander si elle est bien pratique. Il est à craindre que l'enveloppe métallique n'empêche pas la putréfaction et qu'elle ne finisse par éclater sous la pression des gaz produits. M. Variot propose d'éviter cet inconvénient en incinérant le corps après l'opération galvanique, des trous étant ménagés dans l'enveloppe de métal pour laisser dégager les produits de la combustion.

ASSOMMOIR ÉLECTRIQUE. — MM. J. D. Miller et J. A. Dœfflmyre, de Gunnison (Colorado), ont imaginé un appareil électrique destiné à être employé dans les abattoirs, pour tuer les bêtes sans douleur. La viande des bêtes ainsi mises à mort serait, dit-on, d'une conservation plus facile et, dans le cas du porc, l'électricité tuerait la trichine.

AVERTISSEUR ÉLECTRIQUE. — A New-Haven (Connecticut), les appareils téléphoniques destinés à demander des secours sont complétés par l'avertisseur suivant.

Les candélabres placés dans le voisinage des téléphones municipaux sont pourvus d'un globe transparent de couleur rouge, caché au-dessous du bec de gaz, de l'arc voltaïque ou de la lampe à incandescence. Quand un policeman demande du secours, il fait jouer un électro-aimant qui agit sur un levier; le globe sort de la cavité qu'il occupe et se place autour de la lumière. Ce signal, qui s'aperçoit à une grande distance, hâte l'arrivée des secours attendus et déconcerte inévitablement les malfaiteurs.

Avertisseur électrique de coffre-fort. — La Compagnie des chemins de fer de l'Est emploie un avertisseur de coffre-fort très ingénieux. Cet appareil est fondé sur le système d'alarme de MM. Bablon et Gallet, mais le relais a été modifié par le service télégraphique de la Compagnie. Ce relais est muni d'une armature équilibrée, qui ferme le circuit de la sonnerie d'alarme chaque fois que le courant principal subit une augmentation ou une diminution d'intensité ; par suite, il est absolument inutile de dissimuler les fils, car on ne peut les couper ni les réunir sans produire le déplacement de l'armature du relais et sans faire tinter la sonnerie.

Le coffre-fort contient un commutateur interrupteur et une bobine de résistance, mis en circuit avec une pile et le relais.

Ce relais, qui est la partie essentielle de l'appareil, se compose d'un électro-aimant dont les deux bobines sont verticales (fig. 1083). Au-dessus se trouve suspendue une tige horizontale, qui peut tourner autour de son axe, et qui supporte : 1° un cylindre creux en fer doux, servant d'armature à l'électro, et fendu suivant une de ses génératrices pour éviter le magnétisme rémanent; 2° une tige inclinée sur laquelle se déplace un contre-poids ; 3° une fourchette fixée à l'une des extrémités de l'axe, et dont les dents comprennent une lame d'argent fixe. C'est le contact de cette lame avec l'une ou l'autre des dents de la fourchette qui ferme le circuit local de la sonnerie et provoque le tintement

Sans le contre-poids, l'armature viendrait, par son poids, se placer exactement au-dessus de l'électro, même sans courant ; mais le contre-poids tend à l'en éloigner. A l'état normal l'appareil est parcouru par un courant d'une certaine intensité, et l'on règle le contre-poids de façon que, sous la double action de ce courant normal et de la pesanteur, le cylindre armature soit à peu près au milieu de sa course On règle en outre la fourchette de façon qu'aucune de ses branches ne touche la lame d'argent placée au milieu.

Dans ces conditions, si l'on ouvre le coffre fort, on rompt le circuit : le cylindre de fer doux, entraîné par le contre-poids, s'éloigne de

noyaux; l'une des branches de la fourchette vient toucher la lame d'argent et ferme le circuit local.

Il en est de même si l'on coupe les fils ou si l'on diminue d'une manière quelconque l'intensité du courant.

Si l'on réunit au contraire les deux fils de ligne, on supprime la résistance placée dans le coffre-fort; l'intensité augmente; l'armature, attirée plus fortement, se rapproche des noyaux, et l'autre branche de la fourchette rencontre la lame d'argent et ferme encore le circuit local.

Le relais forme donc un système équilibré; toute cause extérieure qui produit une augmentation ou une diminution du courant détruit l'équilibre et fait tinter la sonnerie. Il est donc impossible, même à un électricien, d'ouvrir le coffre-fort sans donner l'alarme. Il résulte de là que la sécurité est absolue, et qu'il n'est besoin ni de masquer les fils de ligne, ni de tenir secrète la disposition employée. Il est seulement utile de ne pas faire connaître la valeur de la résistance placée dans le coffre-fort, ce qui est bien facile.

L'interrupteur placé dans le coffre est formé de deux lames de ressort habituellement en contact et reliées à la serrure de telle sorte que, lorsque la serrure est brouillée, l'introduction

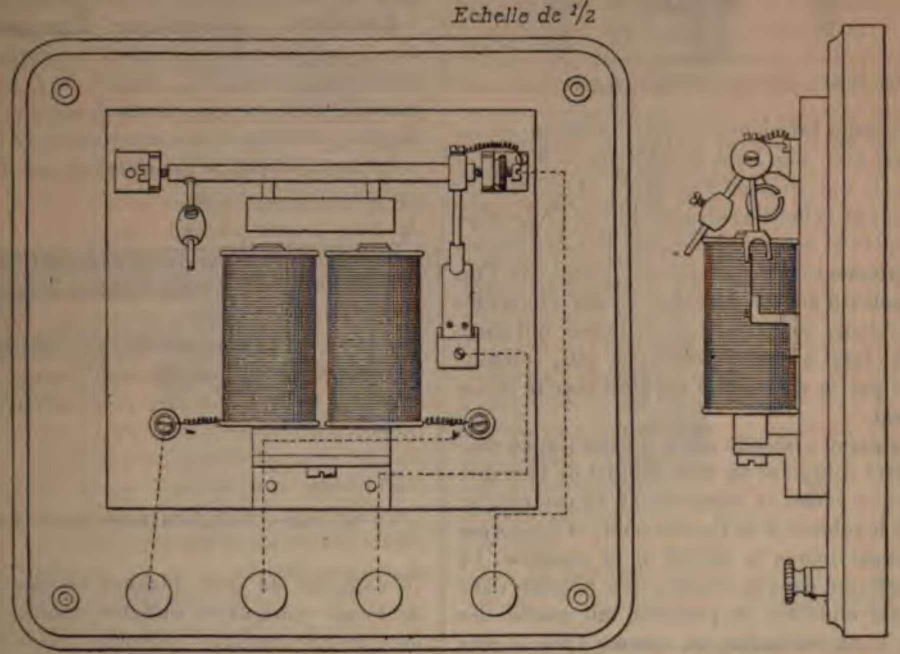


Fig. 1083. — Relais de l'avertisseur de coffre-fort (Compagnie du chemin de fer de l'Est).

d'une clef, fût-ce même la véritable, ait pour effet de les séparer. Au contraire, lorsque la combinaison est faite, on peut ouvrir le coffre avec sa clef sans faire tinter la sonnerie.

Les piles au sulfate de cuivre, employées par MM. Bablon et Gallet, ont pu être remplacées par des piles Leclanché, en donnant une très grande résistance au relais, qui, à cause du grand nombre de tours de fil, devient assez sensible pour fonctionner avec quelques milliampères.

Cet avertisseur a été appliqué par la Compagnie de l'Est à un certain nombre de coffres-forts et donne de très bons résultats.

Avertisseur de fuites de gaz. — L'avertisseur de M. Expupère actionne une sonnerie pour avertir si, une fois le compteur ou le robinet de barrage fermé, il reste dans la canalisation un robinet ouvert ou s'il y existe une fuite.

L'organe essentiel est une boîte circulaire plate et verticale (fig. 1084), dont les deux faces sont formées de lames très minces en cuivre, ondulées comme celles des baromètres anéroïdes. La face postérieure de cette boîte est percée en son centre et fixée à l'extrémité d'un petit tuyau à robinet A, qui peut se visser sur un raccord appartenant à une canalisation quelconque. La face antérieure, qui est libre, porte en son centre une pointe métallique, sur laquelle vient s'appuyer, sous la pression d'un ressort anta-

goniste, un levier vertical suspendu par son extrémité supérieure à une traverse horizontale. Ces deux pièces se voient en avant de la figure.



Fig. 1084. — Avertisseur de fuites de gaz Exupère.

L'extrémité inférieure du levier vertical est en contact avec une lame flexible, fixée à l'enveloppe C qui protège l'appareil, et placée au-dessous de la boîte à parois ondulées. Cette lame est isolée et communique avec une des bornes B, également isolée, et qui est reliée avec l'un des pôles d'une pile Leclanché par l'intermédiaire d'une sonnerie. L'autre borne, qui porte un fil allant à l'autre pôle de la pile, communique par la masse de l'appareil avec le levier vertical.

L'appareil s'installe sur une canalisation munie d'un compteur ou d'un robinet de barrage. Quand on ferme ce compteur ou ce robinet, on ouvre le robinet A de l'avertisseur, et l'on ferme en même temps le circuit de la sonnerie. Le gaz enfermé dans la canalisation pénètre dans la boîte ondulée; sa pression fait gonfler les deux faces verticales, et, comme l'une d'elles est fixe, l'autre se déplace; la pointe métallique placée en son centre repousse le levier vertical, dont l'extrémité inférieure ne touche plus la lame flexible. Le circuit se trouve rompu en ce point, et la sonnerie ne tinte pas. Mais, s'il existe une fuite ou si l'un des robinets est resté ouvert, la pression diminue peu à peu, la boîte se dégonfle, le levier vertical arrive rapidement au contact de la lame flexible; ce contact ferme le circuit, et la sonnerie tinte jusqu'à ce qu'on rompe les communications.

Dans les nouveaux modèles, le robinet A sert lui-même d'interrupteur, et porte pour cela une petite tige métallique qui tourne avec lui. Quand on ouvre le robinet, cette tige vient appuyer sur un ressort isolé et le presse contre la paroi de l'enveloppe C; ce contact ferme le circuit. Lorsqu'on ferme le robinet A, le ressort, abandonné à lui-même, s'éloigne de l'enveloppe et le circuit de la sonnerie se trouve rompu.

De plus, le robinet A est à trois voies, de sorte que, en le fermant, on fait communiquer l'intérieur de la boîte ondulée avec l'atmosphère. On fait ainsi échapper le gaz contenu dans cette boîte, dont les parois minces reprennent toujours exactement la même position après chaque lecture.

Enfin la disposition du levier vertical a été modifiée afin que le contact se produise toujours pour une même dépression convenue, aussi faible qu'on le voudra. On règle cette limite suivant la capacité de la canalisation.

Avertisseur automatique d'incendie. — M. A. C. Ivanowski a imaginé récemment un avertisseur ingénieux, auquel il a donné le nom de *Galfil*, ce qui, paraît-il, signifie en volapük « garde-feu » ou « avertisseur de feu. »

Cet appareil (fig. 1085), construit par H. Royer

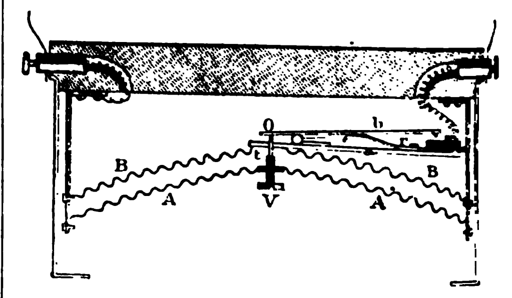


Fig. 1085. — Principe de l'avertisseur Le Galfil

se compose de deux plaques en zinc A et B, de forme conique et ondulée comme les lames des baromètres anéroïdes. Ces plaques ont des dimensions identiques et sont maintenues l'une au-dessus de l'autre à l'aide de tiges métalliques fixées à leur partie supérieure dans un socle en bois. L'ensemble est dissimulé dans un cylindre en laiton, percé de nombreux trous à la partie inférieure et encastré d'autre part dans le socle en bois.

Sur la plaque supérieure B s'appuie une pièce fixée d'autre part au massif de l'appareil, et sur laquelle est articulée un levier *b*. La plus courte branche de ce levier s'appuie en O sur la pointe d'une vis à contre-écrou V, qui est fixée au sommet de la plaque A; la grande branche est maintenue écartée par le ressort d'une pièce métallique fixée sur le bloc d'ébonite *e*, qui l'isole de la masse de l'appareil. Cette pièce est reliée par un fil à l'une des

bornes qu'on voit à l'extérieur de l'appa- l'autre est en communication avec le if; ces deux bornes sont reliées d'autre avec la pile et la sonnerie. Le circuit est interrompu entre le levier *b*, relié par *a* assif de l'appareil, et la pièce isolée par pport d'ébonite *e*.

sque la température s'élève lentement, des conditions normales, toutes les par- le l'appareil se dilatent également et pro- ivement, et conservent par suite leurs posi- relatives : le circuit ne se ferme donc pas. se produit au contraire une élévation de température brusque et anormale, la plaque A s'échauffe d'abord et se dilate seule : la vis V se trouve soulevée et pousse en O la petite branche du levier *b*, dont la grande branche vient toucher la pièce isolée, malgré la tension du ressort *r* : le circuit se trouve ainsi fermé et la sonnerie tinte.

Le réglage se fait en enfonçant plus ou moins profondément la vis V ; la différence de longueur des bras du levier *b* permet de donner une grande amplitude à ses mouvements et produit une grande sensibilité. On peut obtenir que l'appareil fonctionne lorsqu'on brûle une

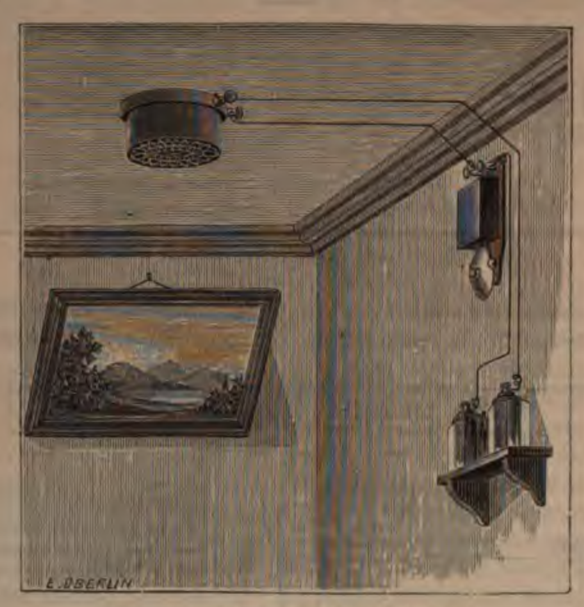


Fig. 1086. — Avertisseur d'incendie Le Gallil.

e de papier ou qu'on allume une cigarette ssous de lui. La figure 1086 montre la sition complète de l'avertisseur, qui peut er au plafond ou le long d'un mur.

rtisseur de passage à niveau. — Nous déjà indiqué plus haut (Voy. AVERTISSEUR IL ISOLÉ) la disposition imaginée par M. de hache pour la protection des gares, des ges à niveau, des bifurcations, etc., dis- on qui paraît appelée à rendre de grands es dans l'exploitation des voies ferrées. signalerons encore une disposition nou- du contre-rail isolé, qui peut être préfé- dans certains cas, pour la protection des ges à niveau.

is ce nouveau dispositif, le passage est d'une sonnerie à relais, et le circuit local de la sonnerie est fermé, puis ouvert par le passage même du train. Supposons d'abord qu'il s'agisse d'une ligne à double voie. On dispose sur chacune des voies un contre-rail isolé A à 1200 mètres environ en avant du poste du garde-barrière, et un autre en B à 100 ou 200 mètres du passage gardé et de l'autre côté (fig. 1087). Lorsque le train franchit le contre-rail A ; il fait communiquer avec la terre la pile de gauche, qui est positive, et l'électro-aimant du relais, qui est également relié au sol par son autre extrémité. Ce circuit est donc fermé et l'électro attire une palette qui tourne autour d'un axe et vient frapper deux contacts métalliques. Ce mouvement de la palette ferme le circuit de la pile locale sur la sonnerie, qui se met à tinter d'une façon continue.

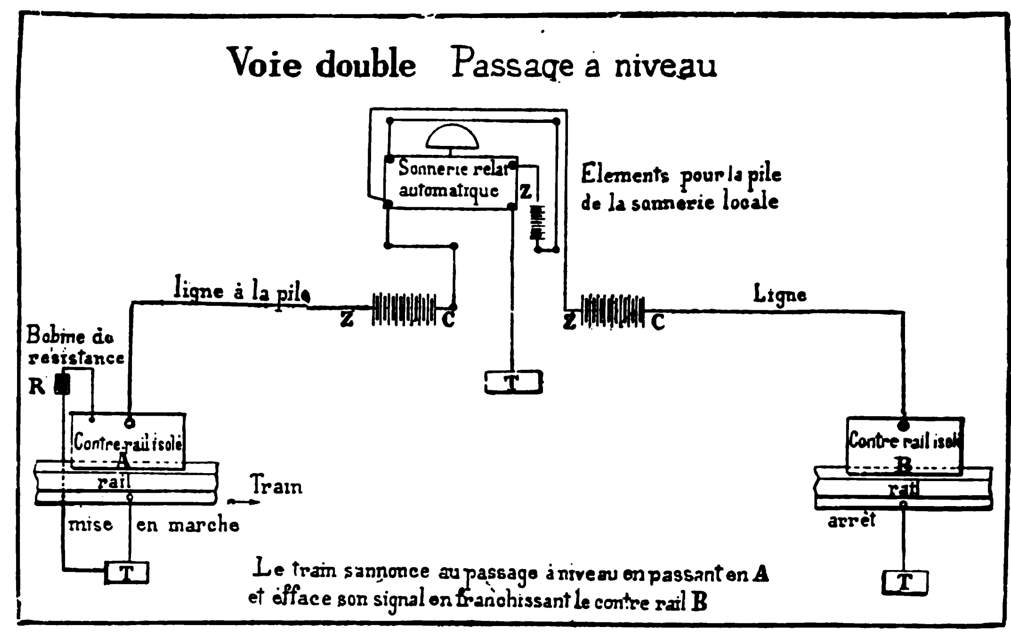


Fig. 1087. — Avertisseur de passage à niveau (voie double).

Lorsque le train passe ensuite sur le rail B, il lance dans l'électro-aimant du relais le courant de la pile de droite, qui est négative : la palette est alors attirée en sens contraire et re-

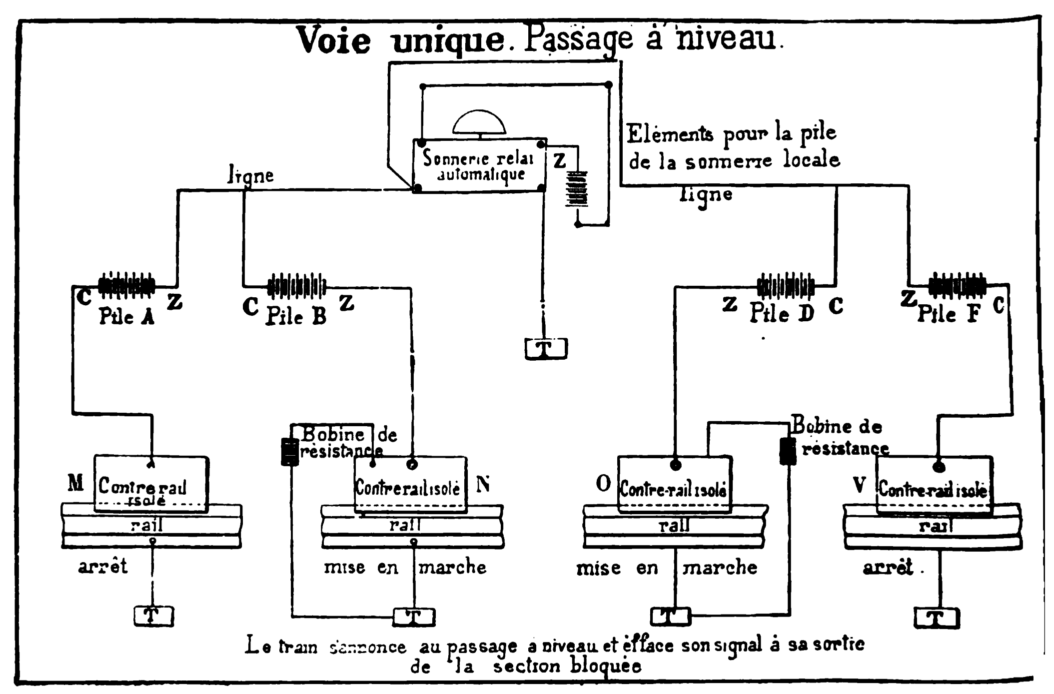


Fig. 1088. — Avertisseur de passage à niveau (voie unique).

vient sur elle-même, ce qui ouvre le circuit local ; la sonnerie s'arrête aussitôt.

Il faut remarquer que le circuit de l'électro-aimant est, en temps normal, constam

ar l'intermédiaire de la bobine de résis- . Cette dérivation n'est pas assez forte tionner une sonnerie ; elle sert seule- contrôler l'état électrique de la ligne. but, le circuit contient un petit galva- , qui doit donner constamment une n de 4° à 5°. La perte de courant due dérivation est donc très faible, et ce e montage réunit les avantages du cou- tinu à ceux du courant intermittent.

igne est à voie unique (fig. 1088), comme peut se présenter à droite ou à gauche age à niveau, il faut munir la voie de contre-rails M, N, O, V. La distance NO e d'environ 2000 mètres, les distances OV de 200 mètres chacune. Les deux contre-rails N et O servent à actionner la sonnerie, les deux autres à l'arrêter. Le passage à niveau est à peu près au milieu de ON.

Si le train va de gauche à droite, la sonnerie automatique est actionnée quand il passe sur le contre-rail N et s'arrête quand il franchit le rail V. Si le train marche en sens contraire, la sonnerie tinte depuis son passage en O jusqu'à ce qu'il arrive en M.

Si le passage à niveau est gardé, on peut supprimer les deux contre-rails M et N, en chargeant le garde-barrière d'arrêter lui-même la sonnerie en pressant sur un bouton après le passage du train. Une simplification analogue peut être adoptée sur les lignes à voie double.

B

)MÉTROGRAPHE. — Nous décrirons le tre enregistreur de grandes dimensions été installé récemment au laboratoire s physiques de la tour Saint-Jacques, à

ait que le premier baromètre de grandes ions fut établi par Pascal à Rouen, en ans la cour d'une verrerie du faubourg ever. Il était formé d'un tube de 46 pieds, d'eau colorée par un peu de vin. Un au- romètre à eau fut installé par Daniell) pour la Société royale de Londres. En I. H. Jordan établit à l'Observatoire de baromètre à cuvette dans lequel l'eau mplacée par la glycérine, afin d'éviter ration : la hauteur minimum du liquide 8,22 m. Enfin, en 1886, M. Zophar Mills, égociant de New-York, a fait établir maison un baromètre également à gly-

lifficultés que présente l'installation des tres de ce genre sont largement compen- r les avantages qu'ils procurent : à cause grande hauteur, ils permettent d'obser- lement les variations les plus minimes ression atmosphérique, qui resteraient es avec les baromètres ordinaires à mer- C'est pourquoi l'on a songé à installer, , un nouveau baromètre à eau au Labo- d'études physiques de la tour Saint-Jac-

Ce baromètre est à siphon : la grande branche est formée d'un tube de verre de 12,65 m. de hauteur et de 2 centimètres de diamètre.

Ce tube, le plus long qui ait été employé jusqu'à ce jour dans les sciences, a été fabriqué dans l'usine Martin, à Saint-Denis. La petite branche est formée par un tube de même diamètre et de 2 mètres de hauteur, réuni avec le premier par un manchon coudé en cuivre. L'appareil est fixé sur une planche verticale de 13 mètres de hauteur et de 25 centimètres de largeur. Pour plus de commodité, les changements de niveau se lisent dans la petite branche. Les deux tubes ayant le même diamètre, les variations observées sont égales à celles de la grande branche et doivent être multipliées par deux. Les mouvements du liquide sont très curieux à observer, surtout en temps d'orage. La petite branche du baromètre contient un thermomètre destiné à indiquer la température de l'eau. On doit installer en outre un appareil photographiant le thermomètre toutes les heures, pour dispenser de l'observer.

Le bouchage de la grande branche a été l'opération la plus délicate du montage de l'appareil. Il a été effectué en remplissant complètement d'eau les deux branches, la petite étant fermée : on a pu alors adapter au haut du grand tube un bouchon métallique rempli d'huile et maintenu par un manchon de caoutchouc. Une légère couche d'huile a été laissée sur la

surface de l'eau pour éviter l'évaporation.

Jusque-là ce baromètre n'avait rien de commun avec l'électricité; mais, au commencement de l'année 1890, on l'a complété par un système d'enregistrement électrique. Un flotteur en laiton rempli de plomb, reposant sur le liquide de la petite branche, est soutenu par un fil qui passe sur deux poulies de renvoi; ce flotteur est muni de petits galets qui roulent sur les parois du tube pour empêcher le frottement. L'autre extrémité du fil porte le style chargé d'inscrire les variations sur un cylindre vertical, tournant d'un mouvement uniforme et recouvert d'une feuille de papier divisée en carrés. Ce style est formé d'un crayon en plombagine dure, fixé à une pièce qui coulisse librement, à l'aide de galets, le long d'une tige à base carrée, placée verticalement auprès du cylindre. Toutes les 90 secondes environ, l'horloge qui commande le cylindre lance le courant d'une pile dans un électro-aimant, qui attire une palette de fer doux fixée à la tige carrée. Par suite de ce mouvement, cette tige tourne d'un certain angle; le crayon s'applique sur la surface du cylindre et marque un point. Le diagramme est donc formé par une série de points très rapprochés. Cette disposition évite l'emploi d'encre, qu'il faut renouveler fréquemment, et supprime le frottement du style sur le cylindre, qui peut nuire à l'exactitude des indications.

BLANCHIMENT ÉLECTRIQUE. — Le procédé Hermite, décrit plus haut, permet de réaliser une économie d'environ 50 p. 100 sur le blanchiment de la pâte à papier. Mais il n'est pas sans inconvénients. Le chlore, ses composés oxygénés et les hypochlorites exercent sur la solidité du papier une influence nuisible, qu'on est forcé de combattre à l'aide d'autres co[...] sés, tels que l'hyposulfite de soude.

M. Villon a cherché à éviter cet inconvé[...] par l'emploi de l'ozone. Le bas prix auqu[...] obtient aujourd'hui l'oxygène (0,50 fr. le [...] rend ce procédé très pratique. M. Villo[...] ploie un appareil ozoniseur à grand débit [...] d'une caisse en bois dur revêtue intéri[...] ment de dalles en verre, fixées par des t[...] et des mortaises. Un vernis à la gomme [...] et à la paraffine rend les joints complèt[...] étanches. Cette caisse, hermétiquement [...] renferme des cellules en verre contena[...] grains de plomb ou de petits morceaux de [...] bon de cornue, et communiquant altern[...] ment, par des toiles métalliques qui pl[...] dans toute leur longueur, avec les deux [...] d'une puissante bobine de Ruhmkorff, al[...] tée par une dynamo. L'oxygène circule da[...] espaces ménagés entre les cellules et tra[...] sans cesse par les effluves électriques. [...] de pénétrer dans l'appareil ozoniseur, l'ox[...] traverse d'abord un réfrigérant, qui abai[...] température à 5°, afin d'augmenter la p[...] tion d'ozone.

A la sortie de la caisse, l'oxygène o[...] arrive, par la partie inférieure, dans des [...] bres en bois contenant la pâte et dis[...] comme celles qui servent pour le blanch[...] au chlore gazeux. Le gaz traverse toute la [...] qu'il décolore rapidement : il est ensuite [...] ché par l'acide sulfurique et retourne au [...] mètre, pour être de nouveau employé. L'[...] tion est très rapide et n'attaque pas la cell[...] L'économie est de 40 p. 100 sur le procédé [...] trolytique et de 70 p. 100 sur le blanchim[...] chlorure de chaux.

C

CÉRUSE (PRÉPARATION ÉLECTROLYTIQUE DE LA). — M. Bottome, d'Hoosick (New-York), a imaginé un procédé électrolytique pour la préparation de la céruse, qui vient d'être appliqué industriellement. Le produit obtenu paraît *couvrir* aussi bien que la céruse ordinaire, et la fabrication aurait l'avantage de n'être pas insalubre comme les procédés chimiques, ce qui serait une amélioration considérable au point de vue hygiénique.

On fait dissoudre 225 grammes d'azota[...] soude et une égale quantité d'azotate d'a[...] niaque dans 4,5 litres d'eau. On fait pass[...] suite dans la solution un courant d'acid[...] bonique, obtenu par la calcination du ca[...] et l'on soumet en même temps le bain à l[...] trolyse au moyen d'électrodes en plom[...] blanc de céruse se précipite rapide[...] l'enlève de temps en temps et on l[...]

CHAUFFERETTE ÉLECTRIQUE

Electric C°, de Richmond (Virginie), fabrique des chaufferettes électriques pour tramways. Le courant traverse des fils de résistance placés dans une boîte en fonte remplie d'argile réfractaire pulvérisée; le couvercle est vissé par-dessus, et les joints sont calfeutrés de manière que la poudre ne puisse s'échapper. La boîte est enduite d'une couche de vernis asphalté. Chaque voiture contient quatre chaufferettes. Un réflecteur étamé ou en zinc est fixé sous la banquette, derrière chaque chaufferette, et renvoie la chaleur vers le milieu de la voiture.

COMMUTATEUR-PERMUTEUR. — Appareil employé par la Compagnie de l'Ouest pour la manœuvre des cloches électriques. Voy. PERMUTEUR (*Supplément*).

COMPTEUR D'ÉLECTRICITÉ. — Les compteurs d'électricité se multiplient rapidement, et un grand nombre d'appareils ont été présentés au concours ouvert par la ville de Paris en 1890.

Les compteurs peuvent être divisés en deux classes. La première comprend les appareils à indications continues, qui enregistrent d'une façon ininterrompue les variations de la quantité d'électricité ou celles de l'énergie, suivant les cas. Dans cette catégorie rentrent les compteurs chimiques et les *compteurs-moteurs*, tels que celui de M. Aron. La seconde classe comprend les appareils à indications discontinues, qui ont pour but d'enregistrer, à intervalles égaux, les indications d'un appareil de mesure, ampéremètre ou électrodynamomètre. C'est cette catégorie qui paraît produire le plus grand nombre d'appareils. Ajoutons encore que les compteurs d'énergie ou wattmètres se multiplient beaucoup plus vite que les compteurs de quantité ou coulombmètres. C'est qu'en effet il y a beaucoup plus d'intérêt à mesurer l'énergie; d'ailleurs les wattmètres deviennent eux-mêmes des coulombmètres, lorsque la distribution se fait à potentiel constant.

MM. Emmott et Ackroyd ont imaginé un compteur électrolytique, dans lequel la décomposition chimique sert à actionner un compteur de tours. Cet appareil se compose d'un voltamètre à eau acidulée, dont l'hydrogène est recueilli dans une cloche qui se termine par un tube deux fois recourbé, comme ceux qu'on emploie en chimie pour le dégagement des gaz. Le gaz est amené par ce tube sous une roue à compartiments, qu'il fait tourner proportionnellement au débit. La rotation de cette roue entraîne un compteur de tours dont le cadran indique la quantité d'électricité.

Le compteur Siemens et Halske se compose d'un levier A, à peu près vertical, pouvant tourner autour d'un axe horizontal, et rappelé vers la gauche par un ressort. Un excentrique tourne uniformément sous l'action d'un mécanisme d'horlogerie et, à chaque tour, repousse le levier A vers la droite. Celui-ci revient vers la gauche jusqu'à ce qu'il touche la pointe d'une aiguille horizontale B, qui est mobile sur des couteaux d'acier trempé et porte, à l'extrémité située vers la gauche, un cylindre de fer doux placé au-dessus d'un solénoïde. Le solénoïde reçoit le courant à mesurer ou une fraction déterminée de ce courant, dont l'action fait enfoncer plus ou moins profondément le fer doux : le côté gauche de l'aiguille B s'abaisse donc quand l'intensité du courant augmente et se relève sous l'action d'un ressort antagoniste quand l'intensité diminue. Le point opposé de cette aiguille rencontre donc le levier A plus ou moins loin de son axe de rotation, suivant l'intensité. La forme du levier A est déterminée expérimentalement pour que son déplacement vers le centre, à chaque tour de l'excentrique, soit proportionnel à l'intensité du courant. Ce déplacement est transmis, par un cliquet fixé sur le levier A, à la première roue d'un compteur de tours, qui l'enregistre. Il n'est pas nécessaire que les déplacements de l'aiguille B soient proportionnels à l'intensité.

Compteurs d'énergie. — *Compteur L. Brillié.* — Le compteur d'énergie de M. Brillié a pour organe essentiel un électrodynanomètre, dont les déviations sont enregistrées par un compteur. Un arbre A, tournant d'un mouvement uniforme, entraîne, toutes les 36 secondes, un arbre B situé sur son prolongement (fig. 1089). L'arbre B, au moyen des engrenages P_1 et L, exerce sur la bobine mobile de l'électrodynamomètre un effort de torsion par l'intermédiaire du fil V_1. Lorsque la force de torsion est assez grande pour faire équilibre à l'attraction de la bobine fixe J, la bobine mobile commence à tourner, et, par suite de ce mouvement, l'arbre A abandonne l'arbre B, qui revient à sa position primitive sous l'action d'un ressort antagoniste.

Pendant ce temps, la torsion du fil V_1 a été communiquée au tambour T par l'intermédiaire de l'axe tt' et de la bielle U, qui relie deux petits bras u_1 et u_2 calés sur les axes de la bobine mobile V et du tambour T. Ce tambour tourne donc d'un angle égal à l'angle de torsion du fil d'acier V_1, lequel est proportionnel à l'énergie électrique du courant à mesurer. Il est relié par une série de roues et de pignons

pointe fixe t^1, qui le maintient immobile. Le levier u_2 est muni d'un prolongement, perpendiculaire à la figure, qui porte une pièce t_2 se présentant obliquement dans la gorge en V du tambour.

Lorsque l'arbre t se met à tourner, commandé par l'axe l, la pièce t_2 se coince dans la gorge du tambour, le fait descendre légèrement, ce qui le dégage de la pointe t_1, et l'entraîne dans son mouvement. Le tambour T actionne un compteur de tours, qui donne la dépense en hectowatts-heure.

Quand la mesure est finie, l'arbre A doit abandonner l'arbre B. Pour cela, les deux taquets qq^1 sont inclinés l'un sur l'autre, de sorte que leur action mutuelle tende à faire reculer l'arbre A suivant son axe; mais ce déplacement ne peut avoir lieu que si le buttoir Z, sur lequel s'appuie l'extrémité de cet arbre, vient lui-même à se déplacer. Ce buttoir est monté sur une traverse calée sur l'arbre vertical z, qui porte également un fléau X, venant s'appuyer contre un buttoir fixé au bas de l'axe de la bobine mobile.

Au moment où cette bobine se déplace, le buttoir pousse le fléau X, qui fait tourner l'arbre z et sa traverse; le buttoir Z s'écarte et l'arbre A recule d'une petite quantité, abandonnant l'arbre B, qui est ramené à sa position de repos, ainsi que la bobine V, par le ressort antagoniste.

L'enregistreur cesse de fonctionner au même instant, car l'axe l, retournant en arrière, entraîne l'arbre t dans le même sens. La pièce t_2, dans ce mouvement, permet au tambour de se relever et de venir s'appuyer sur la pointe t_1, qui le rend immobile.

Le balancier X est ramené à sa position d'attente par le doigt n', fixé sur la roue N, qui vient à chaque tour, un peu avant le commencement de la mesure, pousser un bras coudé fixé à la pièce Z.

L'arbre A, qui tourne uniformément, est commandé par la roue N, qui fait 100 tours par heure. La mesure se fait dans toutes les 36 secondes. Cette roue reçoit le mouvement de l'électromoteur chronométrique, placé sous la dépendance de l'électro-aimant E et disposé pour produire une vitesse constante, quelle que soit la résistance qu'il rencontre. Pour cela, l'arbre vertical O reçoit de l'armature de l'électro une impulsion toujours égale, mais qui se renouvelle plus ou moins fréquemment suivant l'effort nécessaire.

L'électro-aimant E, en forme d'U renversé, porte à la partie inférieure deux pôles évidés EE', entre lesquels peut s'ajuster une armature F, arrondie aux extrémités et mobile autour de son centre. Au repos, cette armature, dont l'une des extrémités est attirée par le ressort R, fait un certain angle avec la ligne des pôles EE'. Lorsque le courant passe, l'armature F, attirée, se place suivant la ligne EE', entraînant la pièce S. Le courant étant ensuite supprimé, l'armature reprend sa première position sous l'action du ressort R. Mais la pièce S, qui est mobile autour d'un axe excentré sur l'armature F, a tourné d'un certain angle autour de cet axe, de sorte que, en revenant à la position de repos, elle se coince dans une gorge creusée au bas de l'arbre O, et imprime à cet arbre un mouvement de rotation.

La pièce A, fixée sur l'arbre O, entraîne dans ce mouvement une traverse aux extrémités de laquelle sont suspendues, au moyen de bras articulés mm', deux masses MM'. Sous l'action de la force centrifuge, ces masses s'écartent, et, appuyant les extrémités des bras articulés m et m' sur des buttoirs aa', solidaires de la pièce A, soulèvent la traverse B et le cône C qu'elle supporte.

Lorsque le cône C est abaissé, il touche deux petites lames de ressort c, montées sur une pièce isolante H, et ce contact fait passer le courant dans l'électro-aimant; lorsqu'il est soulevé le courant est interrompu, et il retombe bientôt. La pièce isolante H pivote autour d'un axe vertical et est reliée à une pièce G, commandée par un distributeur D fixé à la partie supérieure de l'axe de l'armature F. Ce distributeur sert à assurer le contact au moment où le cône C vient s'appuyer sur les lames c et à maintenir le courant interrompu pendant tout le temps qu'emploie l'armature F pour revenir à sa position de repos sous l'action du ressort R; il est formé d'un plan incliné qui soulève plus ou moins la pointe de la pièce G.

Chaque fois que le cône C est au bas de sa course, l'électro-aimant attire son armature; le ressort R se trouve bandé instantanément et, en se détendant, il donne au régulateur une impulsion suffisante pour remonter les masses d'une quantité un peu inférieure à leur déplacement maximum, de façon à ne pas supprimer l'action régulatrice de ces masses. Les contacts sont donc d'autant plus rapprochés que la résistance à vaincre est plus grande, ce qui permet de maintenir la vitesse constante.

Il faut remarquer que, si le courant à mesurer est nul, le déplacement de la bobine sera

très faible ; mais, si petit qu'il soit, il ne doit pas être enregistré. Le buttoir fixe t_2 retarde l'action de la pièce t_2 d'une quantité suffisante pour que ce léger mouvement ne soit pas accusé. Si la puissance du courant à mesurer dépasse la limite supérieure pour laquelle le compteur a été construit, une disposition spéciale arrête l'appareil lorsqu'il a enregistré la puissance maxima qu'il peut mesurer. Lorsqu'on coupe le circuit, le compteur s'arrête; le cône C retombe sur les lames c, et l'appareil est prêt à fonctionner dès qu'on rétablit le courant.

Compteur Cauderay-Frager. — Ce compteur, imaginé par M. Frager, et fondé sur le principe des compteurs Cauderay, se compose encore d'un électrodynamomètre et d'un moteur chronométrique (fig. 1090). Ce dernier commande une roue qui fait exactement 100 tours par seconde et qui, à chaque tour, entraîne un compteur de tours d'un angle proportionnel à l'énergie fournie par le courant.

L'électrodynamomètre se voit à gauche. La bobine fixe F, à gros fil, reçoit le courant tout entier, tandis que la bobine mobile M, à fil fin, est placée en dérivation. Cette bobine est supportée par un fil métallique fixé à l'étrier b; elle est munie d'une aiguille équilibrée A, qui

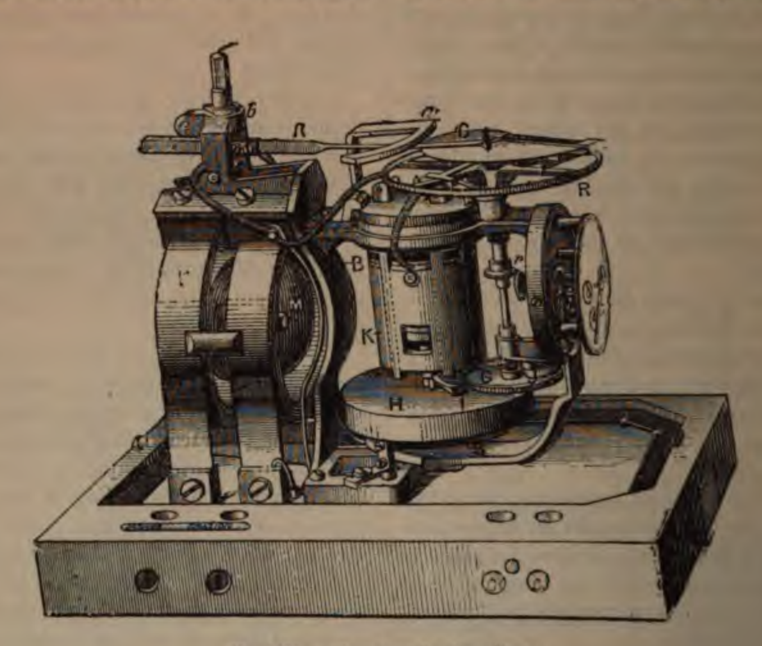


Fig. 1090. — Compteur Cauderay-Frager.

tourne avec elle. Le moteur chronométrique, que nous décrivons plus loin, communique un mouvement de rotation uniforme à une came C, qui passe à chaque tour sous l'aiguille A, et qui est montée sur un support lui permettant de s'abaisser légèrement au moment où elle touche cette aiguille. Dans ce mouvement de descente, la came C entraîne un cliquet qui vient embrayer la roue R, munie de 300 dents et folle sur l'axe vertical de cette came. Cette roue commande le compteur de tours, qu'on voit à droite, par l'intermédiaire des roues d'angle r. En même temps, la came C soulève légèrement l'aiguille A et la presse contre un arc fixe a, qui la maintient immobile. La came a du reste une forme telle qu'elle reste en contact avec l'aiguille pendant un temps proportionnel à la déviation de celle-ci, c'est-à-dire à l'énergie fournie par le courant. La roue R, et par suite le compteur de tours, sont donc entraînés par le cliquet, à chaque tour de la came C, pendant ce même temps, et le nombre de tours enregistré par le compteur en un certain temps est proportionnel à l'énergie fournie par le courant durant ce temps.

Le moteur chronométrique qui commande la came C est formé d'un axe vertical de fer muni à la partie inférieure d'un balancier lourd H, qui traverse une bobine à fil fin et porte de chaque côté de cette bobine, une sorte d'étoile en fer placée en regard d'armatures fixes en fer feuilleté, disposées suivant les généra-

rices intérieures de l'enveloppe cylindrique K, qui est formée d'une substance non magnétique. Au repos, les branches de l'étoile sont à une petite distance des armatures fixes; lorsque le courant traverse la bobine, ces armatures attirent les branches de l'étoile, qui tourne d'un certain angle. Le courant est alors interrompu et le système revient à sa position d'équilibre; par suite de ce mouvement, le circuit se trouve de nouveau fermé et l'appareil prend un mouvement oscillatoire régularisé par le balancier H. Pendant la première partie de l'oscillation, le mouvement du système est transmis par le cliquet I à la roue dentée G, munie de 100 dents, et calée sur l'axe de la came C. Un embrayage à friction J empêche le retour en arrière pendant la seconde moitié de l'oscillation du balancier H. L'axe de la came C tourne donc toujours dans le même sens.

Le mécanisme de rupture et d'établissement du courant est disposé de telle sorte que, si l'amplitude d'oscillation de H dépasse une certaine valeur, le contact ne se produit pas aux oscillations suivantes, jusqu'à ce que l'amplitude ait repris sa valeur normale.

Les bobines de l'électrodynamomètre sont calées à 45°; le calcul montre que cette position est celle qui réduit le plus l'erreur relative.

Les causes d'erreur qui peuvent se produire ont été étudiées avec soin. Comme dans tous les compteurs, on a eu soin qne leur action contribue à diminuer le nombre de tours enregistré, afin d'éviter les réclamations des clients. Pour plus de sûreté, l'appareil ne commence à enregistrer qu'à partir de l'énergie nécessaire pour entretenir une lampe, soit 36 watts.

Pour un compteur de 5000 watts, la puissance absorbée par l'appareil est de 9,5 watts, à pleine charge et pour une tension de 100 volts.

Compteur Meylan-Rechniewski. — MM. Meylan et Rechniewski ont cherché surtout à réaliser un compteur d'énergie d'un fonctionnement parfaitement sûr, c'est-à-dire ne produisant ni arrêts, ni ratés au moment de la mise en marche de l'appareil ou de la mise en charge de la distribution. C'est là en effet, pour la Compagnie qui fournit l'électricité, une condition beaucoup plus importante que la sensibilité.

Le compteur Meylan-Rechniewski comprend :

1° Un moteur électrique M à courant permanent et à vitesse constante.

2° Un train d'engrenages, qui réduit la vitesse du moteur dans une proportion convenable et communique à un dernier axe ou axe principal A (fig. 1092) une vitesse rigoureusement uniforme de 1 tour par 3 minutes.

3° Un électrodynamomètre ou balance électrodynamique, dont la bobine mobile G_3 est fixée à l'extrémité d'un fléau F, mobile sur pivots ou sur couteaux, et équilibrée par un contrepoids P.

4° Une came élastique qui, à chaque tour de l'axe principal A, rencontre le fléau F et tord un ressort R d'une quantité proportionnelle à l'action électrodynamique; c'est cette torsion qui est ensuite enregistrée.

5° Un totalisateur T, dont les cadrans donnent la dépense d'énergie en hectowatts.

6° Un embrayage à friction, contrôlé par deux cliquets, et destiné à transmettre au premier mobile de ce totalisateur le mouvement de l'axe principal pendant la durée de chaque lecture de la balance.

Ce compteur est représenté fig. 1091. L'électrodynamomètre, qui se voit à droite, comprend deux bobines fixes G_1 G_2, horizontales, constituées par des rubans de cuivre isolés et enroulés sur un noyau central de bois. Ces deux bobines sont montées tantôt en série, tantôt en quantité, suivant les types, mais de façon que leurs actions s'ajoutent et tendent à déplacer de bas en haut la bobine mobile. Les prises de courants se font par deux blocs de laiton percés de trous, où les câbles sont fixés et écrasés par une vis de serrage.

La bobine mobile G_3 est plate, parallèle aux deux premières et aussi rapprochée d'elles que possible. Elle est formée par une galette de fil fin, portée par un support en ébonite, fixé lui-même à un anneau de métal qui termine le fléau F. Ce fléau est mobile soit sur des pivots *pp* (fig. 1092) pour les petits appareils, soit sur des couteaux, lorsqu'on veut obtenir une plus grande sensibilité. Il porte à l'autre extrémité un contrepoids P qui fait équilibre à la bobine mobile.

Cette bobine reçoit le courant d'un côté par les pivots, de l'autre par une bande de clinquant très flexible, soutenue par un support isolant voisin de l'axe de suspension. La disposition de cet appareil est calculée pour donner l'effort maximum. Le contrepoids P est réglé avec un léger excès.

Les bobines fixes sont dans le circuit principal; la bobine mobile ne reçoit qu'une dérivation. L'action électrodynamique tend à soulever la bobine G_3. A chaque tour de l'axe principal A, une came élastique π_1 vient rencontrer la pièce π du fléau et tend à soulever l'autre ex-

trémité. Cette came π_1, en acier, est fixée sur un disque D, porté par l'axe A_1, qui prolonge l'axe principal A et se trouve relié avec lui par le doigt L. Tant que la came π_1 ne rencontre pas la pièce π, l'axe A_1 participe au mouvement de l'arbre A. Dès que ces deux organes se trouvent en contact, l'action électrodynamique arrête la came π_1 et la roue D ; par suite le ressort R se trouve tordu jusqu'à ce qu'il ait atteint une force suffisante pour entrainer la came é- tique π_1, qui échappe alors à la pièce π. La torsion du ressort R a, pendant ce temps, a- tionné le compteur, et, à ce moment, la lec- ture se trouve achevée.

La rotation étant uniforme, la sommation des torsions revient à enregistrer les durées des lectures. Il faut pour cela que l'axe A agis sur le premier mobile du totalisateur T pendan

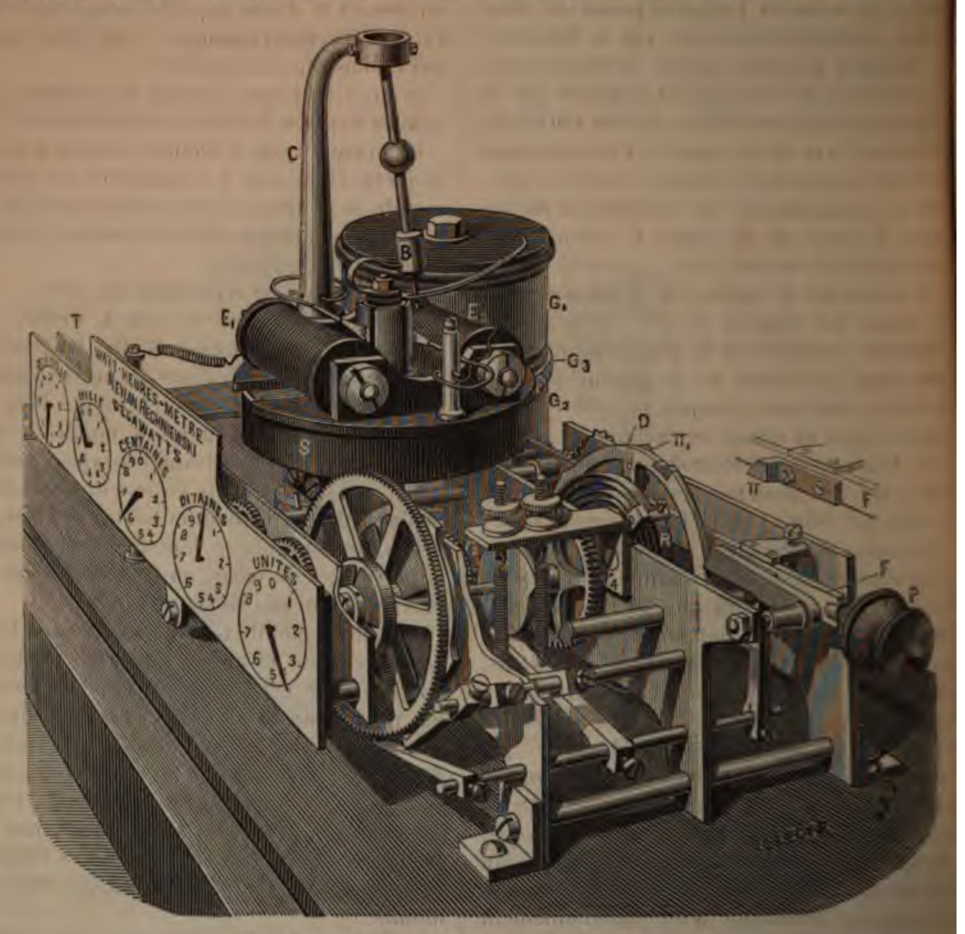


Fig. 1091. — Vue d'ensemble du compteur Meylan-Rechniewski.

chaque période de torsion. Ce résultat est obtenu au moyen d'un embrayage à friction, contrôlé par des cliquets, dont l'un est actionné par le mouvement même de l'axe principal et indique l'origine de chaque lecture, tandis que l'autre est sous la dépendance d'un déclic, entrainé à la fin de chaque lecture par la force vive de la came élastique, et qui supprime l'embrayage à ce moment. Cette disposition exige que l'on ait déjà, à l'origine de la lecture, une certaine force vive, c'est-à-dire une certaine torsion du ressort R ; c'est pour cette raison q le contrepoids P est réglé avec un léger ex de pression.

Les organes qui concourent à cet embray périodique et de durée variable sont représ fig. 1092. L'extrémité de l'arbre princip porte une roue à encliquetage r de grand d mètre, montée à frottement doux, qui entr le premier mobile du totalisateur par l'in médiaire d'un toc t, qui pousse une ca dépendant de ce mobile.

La roue d'encliquetage agit sur deux cliquets q_1. Le premier de ces cliquets doit être tou- urs en prise avant le commencement de la cture et se trouver libéré au moment précis ı elle commence. Ce cliquet, solidaire de l'axe et du levier l, est commandé par la came C, ›nt le profil et le calage sur l'arbre A sont ré- és de telle sorte que le cliquet est mis hors ᵎ prise à l'instant précis où la lecture com- ence, et se trouve remis en prise à la fin de ıaque tour par l'action du ressort R_2.

Le second cliquet q_1 doit au contraire se met- e en prise au moment précis où la lecture ıit, tandis qu'il se trouve normalement hors ᵎ prise. Pour obtenir ce résultat, ce cliquet est solidaire de l'axe b_1 et du levier l_3, qui est maintenu par un cran du levier l_2, malgré l'action antagoniste du ressort R_1. A la fin de la lecture la came π_1 échappe à la pièce π du fléau. Par suite de la torsion, la partie m du disque D, qui est entaillé sur une partie de sa circonférence, soulève le levier l_2, qui laisse échapper le levier l_3. Le cliquet q_1 est entraîné aussitôt par le ressort R_1 et vient se mettre en prise.

Après chaque tour, une seconde came C_1, également calée sur l'axe A, presse sur le levier l_1, fixé sur l'axe b_1, remet en place le cliquet q_1 et le levier l_3 et tend de nouveau le ressort R_1. Cette opération n'a lieu qu'après

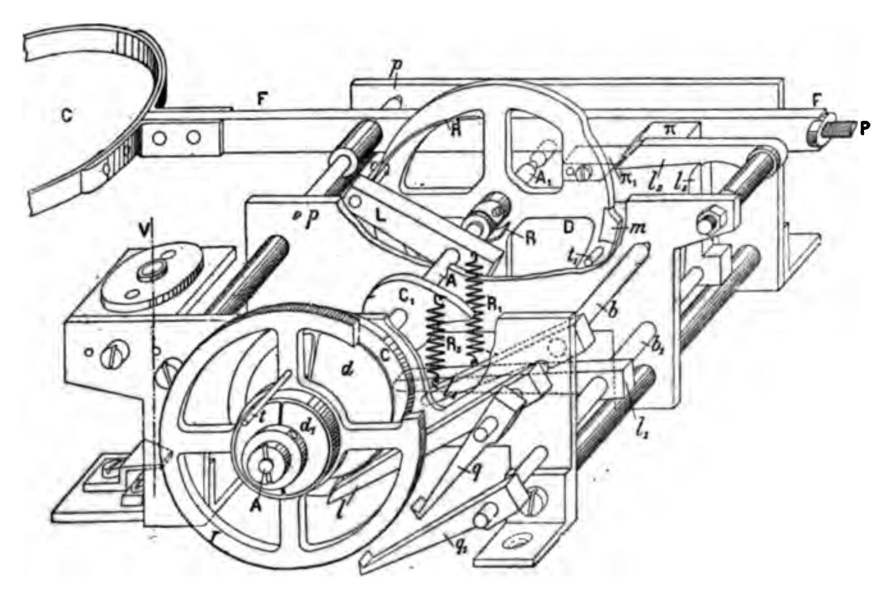


Fig. 1092. — Compteur Meylan-Rechniewski (Détails du mécanisme).

e le premier cliquet q a été remis en prise r la came C, de sorte que la roue d'encliquе- ʒe n'est rendue libre qu'au moment de la lec- :e suivante.

On règle le calage de la came C et la position poids P pour que, le courant étant nul, la se en liberté du cliquet q et la reprise du quet q_1 se fassent exactement au même ins- ıt.

Ce mécanisme est actionné par un moteur nre Gramme, qui ne donne pas d'étincelles n'a pas de point mort. Il est muni de deux ᵌpositifs particuliers, l'un pour assurer les parts, l'autre pour régler la vitesse. C'est un oteur disque, ayant les deux pôles du même té de l'induit, soit au-dessus de ce dernier. Il en résulte un véritable soulèvement de l'induit, qui soulage la pierre sur laquelle repose le pivot.

Ce moteur présente deux types. Dans l'un, l'inducteur est formé de deux électro-aimants E_1 E_2 (fig. 1091), qui portent deux pièces polaires en forme de demi-cercles, solidaires de deux équerres réunies par deux boulons, qui forment les noyaux des électros. Dans l'autre (fig. 1093), il y a un inducteur central unique, constitué par une pièce de fonte qui porte les douilles de frottement et qui forme le noyau de l'électro-aimant I ; elle porte une des pièces polaires, tandis que l'autre est rapportée à la partie supérieure.

L'induit i est constitué par un anneau plat en

fer, genre Gramme, de grand diamètre. Cet anneau est serti dans une calotte rigide, solidaire de l'axe V, dont la vis sans fin actionne les rouages $r_1 .... r_4$ (fig. 1091 et 1093). L'axe de l'induit est enfilé dans une douille et un guide appartenant au châssis du mécanisme (fig. 1092).

Le moteur est enroulé en série et placé avec un rhéostat dans le circuit du fil fin de l'électrodynamomètre. Les connexions se voient fig. 1093. Il y a donc quatre prises de courant: les deux premières, placées à gauche, sont réunies par le gros fil de l'électrodynamom et correspondent au câble positif et au f sitif des lampes. Les deux autres sont r directement et reçoivent le câble négatif fil négatif des lampes. Enfin le circuit est relié à l'une des bornes positives et à des bornes négatives.

Le mouvement du moteur est régulari shuntant périodiquement les bobines de duit. Pour cela, on relie une des lame collecteur à la coulisse isolée qui entraî

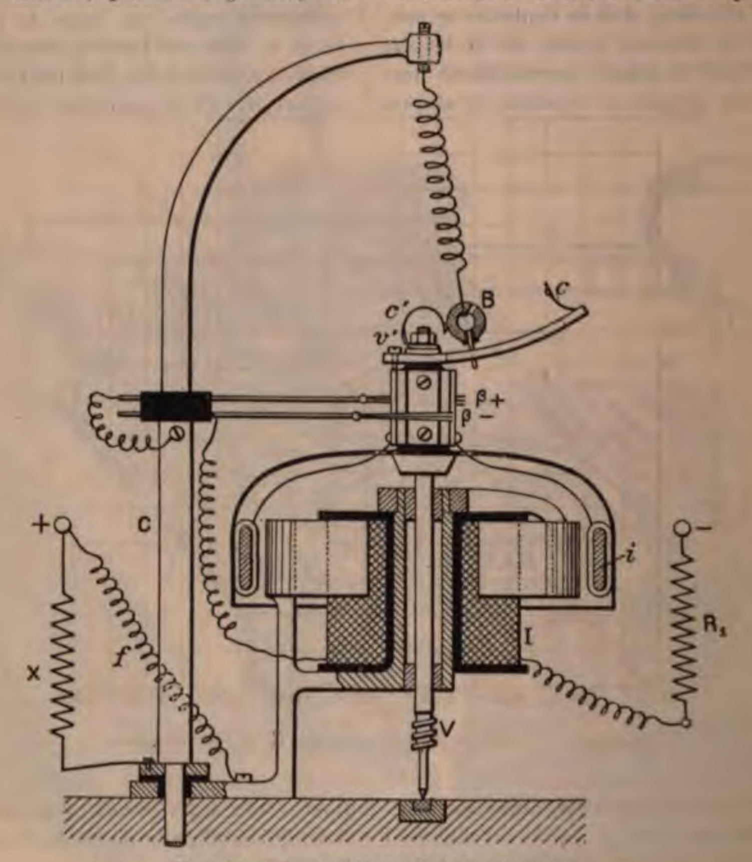


Fig. 1093. — Compteur Meylan-Rechniewski (moteur).

pendule conique régulateur, et l'on relie l'un des balais β + à la boule B de ce pendule. Par suite, une partie du courant dérivé passe hors de l'induit lorsque la boule B touche le contact *c* : ainsi, lorsque cette lame passe sous le balai β —, cette fraction du courant va directement à l'inducteur I par X C B c β —, sans traverser l'induit; au contraire, lorsque cette lame est sous β +, le courant dérivé passe tout entier dans l'induit.

Cette disposition permet de diminuer l'effort moteur dans une proportion d'environ 50 p. 100, ce qui a pour effet de mainte vitesse pratiquement constante dans des li assez étendues. Ainsi, en faisant varier la rence de potentiel aux bornes, les auteu obtenu les nombres suivants pour la vite l'axe principal A.

Différence de potentiel.	Durée d'une révol de l'axe princip
87 volts	181,5 seconde
91 —	180,3 —
96 —	179,3 —
100 —	178,3 —
104 —	177,5 —

oit donc que, la différence de potentiel
varié de 17,7 p. 100, la variation de vi-
'a été que de 2,2 p. 100. Or, dans l'éclai-
lectrique, la différence de potentiel ne
as ordinairement de plus de 10 p. 100,
n'entraînerait sur la vitesse qu'une erreur
p. 100 environ.
égulateur sert aussi à assurer le démar-
pide du moteur, en produisant une forte
ntation du courant dérivé tant que la
B s'appuie sur le contact central c', qui
ié à l'axe du moteur et de là, par la masse
pareil et le fil f, avec une résistance X
utre extrémité est reliée à la colonne C.

Tant que la boule B touche le contact c', la résistance X est en court circuit, le courant dérivé traverse seulement le rhéostat R_1 et le moteur. Celui-ci prend donc rapidement sa vitesse, et il ne se produit jamais de ratés dans les départs.

La rupture du courant entre B et c ne donne pas d'étincelles, l'intensité de cette dérivation ne dépassant jamais 0,025 ampère, et le contact en ce point est toujours bon, le ressort c faisant le tour de la boule dans une révolution du moteur.

Il se produit seulement une étincelle à la rupture du contact Bc', mais, comme cette rup-

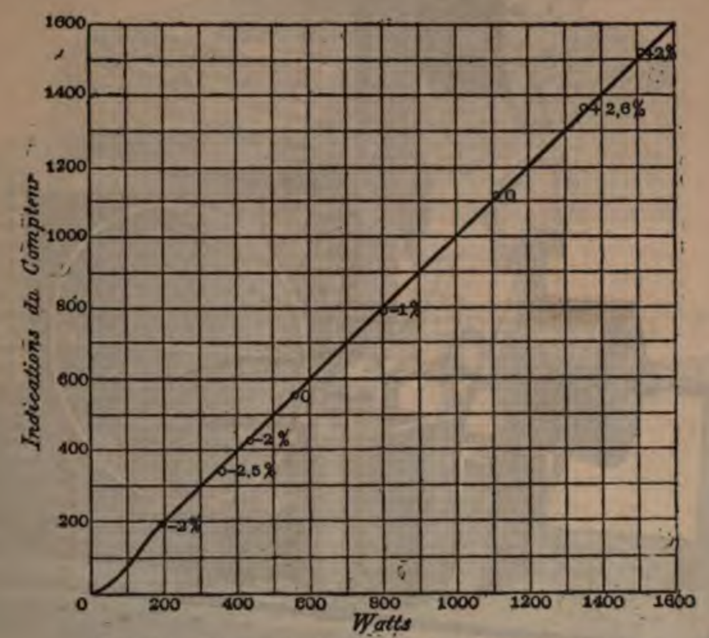


Fig. 1094. — Résultats fournis par le compteur Meylan-Rechniewski.

lieu qu'une fois par jour, l'étincelle n'a
nconvénients.
oteur de la figure 1093 a l'inconvénient
r, pour une bonne régulation, une vi-
e 150 à 170 tours par minute, ce qui fini-
r user la pierre servant de support. C'est
oi les inventeurs ont combiné celui qui
résenté sur la figure 1091, dans lequel
tion des pôles sur l'induit diminue nota-
t la pression sur la pointe du pivot.
teur est alors fixé à la colonne C, qui
galement le pendule conique. Un poids,
le long de la tige, sert à régler la vi-

uit est un anneau de fer plat, isolé et
é de 3000 tours de fil fin, divisés en cinq

ou six sections, et reliés avec un collecteur ordinaire. Il est serti dans un support en ébonite, monté sur l'axe V. Le régulateur est identique à celui décrit plus haut.

La colonne C, qui supporte l'inducteur, soutient également un des balais $\beta +$; le second balai $\beta -$ est porté par un support isolant. Ces balais sont formés d'un fil élastique terminé par un pinceau plat de fil d'argent de 0,15 à 0,20 millimètre de diamètre. L'ensemble est simple et facile à démonter.

Lorsqu'on veut employer le compteur avec des différences de potentiel très variables, on fait usage d'une double coulisse, c'est-à-dire d'une coulisse formée de deux parties reliées à deux lames diamétralement opposées. La

primaire d'un compteur totalisateur. Chaque fois que la bobine mobile revient au zéro, sa déviation se trouve ainsi enregistrée sur une série de cadrans. Le consommateur possède donc tous les éléments nécessaires pour vérifier à chaque instant son compteur : il n'a qu'à lire la déviation de l'aiguille mobile et l'indication qui est enregistrée au même moment par le compteur.

Dans une distribution par usine centrale, on peut supprimer les horloges des compteurs, et les remplacer par un régulateur unique, placé à la station centrale et envoyant, toutes les cinq minutes, au moyen d'un seul fil, un courant dans tous les compteurs. L'un des conducteurs de la distribution peut servir de fil de retour. On adjoindrait ainsi aux compteurs d'une manière très simple une distribution électrique de l'heure.

Compteur Clerc-Mildé. — Dans cet appareil, la puissance est encore indiquée toutes les minutes par la déviation d'une aiguille, qui est ensuite lentement ramenée au zéro, tandis que la déviation est enregistrée. La figure 1096 donne une vue d'ensemble de ce compteur, les figures 1097 et 1098 en montrent le plan et l'élévation latérale.

La partie principale est encore un électrodynamomètre formé de deux bobines plates dont l'une est fixe et horizontale, l'autre mobile et verticale. La première est placée dans le circuit principal, la seconde est montée en dérivation.

Toutes les minutes, une horloge, jointe à l'appareil, lance le courant dans l'électrodynamomètre. La bobine mobile se met en marche, entraînant une aiguille qui indique, en hectowatts, la puissance fournie à cet instant. La même horloge pousse une tige verticale qui ramène lentement l'appareil au zéro. En outre, l'axe de la bobine mobile porte à l'une de ses extrémités un cliquet qui, pendant la déviation, mord sur la jante lisse d'une roue qui commande le compteur. Pendant le retour, le cliquet glisse sur cette roue et ne l'actionne pas.

Les erreurs données par cet appareil sont d'environ 1 p. 100 et le réglage est fait pour qu'elles soient toujours en faveur de l'abonné. Un modèle de 20000 watts (100 volts et 200 ampères) figurait à l'Exposition universelle de 1889.

CONTROLEUR D'AIGUILLE. — Nous avons décrit page 164 plusieurs modèles de contrôleurs pour la manœuvre des aiguilles à distance.

La compagnie de l'Ouest emploie un contrôleur d'aiguille, composé de deux contacts correspondant l'un au fil de ligne et l'autre à la terre ; ils communiquent entre eux par les branches d'un ressort en U à l'intérieur duquel ils s'appuient. Ces contacts sont solidaires de la lame de l'aiguille et sont réglés de telle sorte qu'ils ne peuvent alternativement quitter le ressort que lorsque le déplacement de la lame de l'aiguille est complet.

Le courant circule donc pendant tout le temps que s'opère la manœuvre de l'aiguille.

CONTROLEUR DE RONDES. — La Compagnie des chemins de fer de l'Est emploie des contrôleurs de ronde électriques, dont le principe est très simple.

L'inscription se fait sur un cylindre horizontal (fig. 1099), qui tourne autour de son axe, sous l'action d'un mouvement d'horlogerie à poids, du type employé pour donner l'heure dans les petites stations ; ce cylindre a une rotation uniforme et fait un tour en douze heures. Au-dessous de lui, montés sur le bâti qui lui sert de support, sont placés autant d'électro-aimants qu'il y a de postes à contrôler. Chacun de ces électros est muni d'une armature de fer doux, fixée par une de ses extrémités sur un ressort de rappel en forme de lame, qu'on règle au moyen d'une vis, de façon à maintenir l'armature à une faible distance des noyaux.

Lorsque le courant passe, l'armature est attirée ; son extrémité libre vient s'appuyer sur un levier qui tourne autour d'un axe horizontal, et porte à son autre bout un style inscripteur qui vient s'appliquer sur la surface du cylindre. Ce style est formé d'un porte-mèche contenant un petit faisceau de fils de soie plongeant à la partie inférieure dans une auge commune remplie d'une encre spéciale composée de bleu ou de violet d'aniline dissous dans un mélange d'eau et de glycérine.

Tous les styles sont disposés au-dessous du cylindre et peuvent le toucher suivant la génératrice inférieure.

Chaque poste à contrôler est muni d'une boîte en fonte renfermant un contact en argent fixé sur la masse de la boîte, qui est reliée à la terre ou au fil de retour. Le fond de cette boîte porte une lame de ressort isolée, très voisine du contact fixe et mise en communication avec la pile et l'un des électros.

L'agent chargé des rondes introduit dans la boîte une clef spéciale et lui fait faire un tour entier. Cette manœuvre soulève le ressort et lui fait toucher le contact fixe. Le circuit

mé : le style correspondant se soulève et rque un point sur le cylindre.

a surface du cylindre est couverte d'une ille de papier quadrillé. Les lignes paral-s aux bases correspondent à chacun des les et font connaître les postes visités ; les ératrices indiquent les heures auxquelles que poste a été contrôlé.

'our fixer le papier, le cylindre porte deux pointes aux extrémités de la génératrice correspondant à six heures. Deux repères imprimés sur la feuille se placent sur ces pointes et une lame mince de métal, percée de deux trous, vient s'appliquer sur les bords du papier pour le maintenir. Deux petits taquets articulés à charnières et à ressorts se rabattent sur les deux bouts de la lame et appuient fortement le papier sur le cylindre.

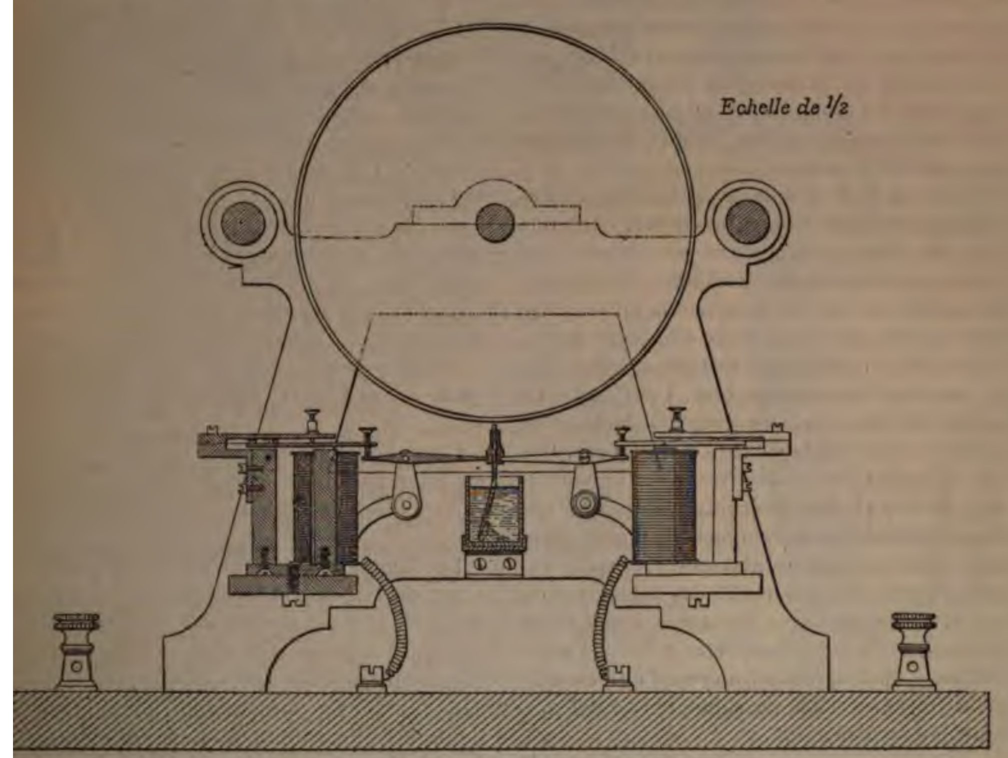


Fig. 1099. — Contrôleur électrique pour rondes de nuit.

l est nécessaire de pouvoir enlever tous les rs le cylindre pour changer le papier et le lacer ensuite, sans altérer le rapport entre position des heures imprimées et les heures rquées par l'horloge. Pour cela, l'axe du indre se termine par une manivelle dont la gnée s'engage dans le trou d'un plateau mû l'horloge ; c'est par le plateau et la manile que l'horloge communique le mouvement au cylindre. Lorsque la manivelle est engagée dans le trou du plateau, le cylindre occupe une position définie par rapport aux aiguilles de l'horloge. Si l'on enlève le cylindre pour changer la feuille de papier, le plateau continue sa rotation, et, lorsqu'on replace le cylindre, il se trouve exactement dans la même position que si on ne l'avait pas enlevé.

E

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE. — Éclairage des mines. — Les nombreux accidents qui ont eu lieu depuis quelque temps ont appelé de nouveau l'attention sur les avantages incontestables que présenterait l'éclairage électrique dans les mines. Aussi a-t-on vu surgir de toutes parts de nouvelles lampes électriques destinées à cet usage.

La lampe de M. Pollak est alimentée par des accumulateurs du même inventeur, contenus dans une boîte rectangulaire en ébonite, qui repose sur un plateau métallique. Le couvercle, également en ébonite, porte la lampe à incandescence, qui est entourée d'un cylindre en verre épais. Un chapiteau métallique, serré par des boulons, recouvre le tout. Une feuille de caoutchouc doux, placée entre la boîte et le couvercle, rend la fermeture hermétique. Des tiges en métal inoxydable traversent le couvercle et portent à la base des contacts de platine qui s'appuient sur d'autres contacts de même substance, fixés aux accumulateurs. La partie supérieure de ces tiges porte des ressorts dont l'un communique avec la lampe d'une façon permanente. L'autre peut être relié à l'autre extrémité du filament au moyen d'une aiguille qu'on introduit dans un canal horizontal pratiqué dans le couvercle.

Les contacts se trouvent ainsi à l'intérieur de la boîte, de sorte que l'ouverture et la fermeture du circuit ne peuvent produire d'explosion. La lampe peut donc être allumée ou éteinte dans une atmosphère inflammable.

Il est inutile de démonter l'appareil pour recharger les accumulateurs: on établit les contacts au moyen d'une fourche qu'on introduit dans deux trous pratiqués dans le couvercle.

Le modèle ordinaire ordinaire pèse 1800 grammes environ et donne une intensité lumineuse de 0,7 à 0,8 bougie pendant environ douze heures.

La Compagnie anglaise *Stella* a fait présenter récemment à l'Académie des sciences une lampe électrique portative destinée à l'éclairage des mines. Elle ne pèse que 1600 grammes et donne une intensité d'une bougie pendant plus de douze heures; elle peut même durer jusqu'à quatorze ou seize heures et se rech[illegible] cinq heures.

Cette lampe est constituée par un acc[illegible] teur, formé de deux petits vases en ébonite [illegible] fermant chacun cinq plaques de 75 sur 45 [illegible] mètres, assujetties de façon à les ga[illegible] contre les chocs. Deux de ces plaques, qui se [illegible] *lithanode* (Voy. ACCUMULATEUR), pèsent ense[illegible] 180 grammes et ont une capacité de 7 amp[illegible] heure. Les trois autres plaques sont en p[illegible] spongieux, maintenu par un support extr[illegible] ment léger et très conducteur. Le litha[illegible] s'améliore par les charges successives. La [illegible] cité totale de l'accumulateur est de 4 vo[illegible] 7 ampères-heure, soit 28 watts-heure. L[illegible] quide est de l'acide sulfurique étendu, de[illegible] sité 1,170.

L'accumulateur est renfermé dans une [illegible] en acier galvanisé, garnie intérieurem[illegible] surfaces de caoutchouc pour remédier [illegible] chocs.

La lampe à incandescence est plac[illegible] avant de la boîte, et protégée par une le[illegible] de verre. Elle est montée sur un ressort à [illegible] din, qui lui permet de rentrer dans la bo[illegible] elle reçoit un choc après que le premier [illegible] serait cassé. Un commutateur, placé au-d[illegible] de la lentille, sert à allumer et étein[illegible] lampe. En cas d'éboulement, les mineur[illegible] fermés dans la mine pourraient ainsi ne [illegible] qu'une seule lampe allumée, et conserver [illegible] lumière pendant autant de fois douze h[illegible] qu'ils auraient de lampes avec eux.

Éclairage des travaux agricoles. — [illegible] avons indiqué déjà l'avantage que l'on [illegible] trouver à employer la lumière électrique [illegible] permettre de poursuivre pendant la n[illegible] travaux agricoles qui demandent à être [illegible] rapidement, par crainte de mauvais te[illegible] pour toute autre raison, comme la moiss[illegible]

La maison Albaret construit pour cet [illegible] un appareil composé d'une locomobi[illegible] naire, d'une dynamo et d'une potence [illegible] à supporter un régulateur (fig. 1100) [illegible] est monté sur un même chariot à quatre [illegible] et forme un ensemble homogène qu'on [illegible] déplacer facilement.



Fig. 1160. — Éclairage électrique des travaux agricoles.

La machine à vapeur est semblable aux locomobiles employées d'ordinaire par les agriculteurs et les industriels. Elle est du système horizontal avec chaudière tubulaire, d'une puissance de 3 à 4 chevaux. On peut la remplacer par une machine plus forte, si on veut l'employer à donner le mouvement à une batteuse en même temps qu'à éclairer le travail.

La dynamo est une machine Gramme, placée sous le corps cylindrique et en avant de la boîte à feu. Elle est fixée sur un patin en fonte, boulonné à la chaudière, et actionnée au moyen d'une courroie par l'arbre manivelle de la locomobile.

Le mât, placé à l'avant de l'appareil, est formé de tubes en fer emmanchés les uns dans les autres et arrêtés par des frettes; ces tubes sont armés de croisillons et de fils de fer articulés, afin de faciliter le démontage et le transport. Pour la même raison, le mât peut tourner autour d'un axe horizontal, qui permet aussi de l'incliner plus ou moins pour faire varier la position de la lanterne.

A l'avant de la cheminée est installé un petit treuil à chaîne commandé par des engrenages et une manivelle. La partie inférieure de la cheminée est fixée à la chaudière; elle est faite en tôle épaisse, afin de fournir une résistance suffisante pour maintenir le mât. Sur cette partie fixe vient se boulonner une autre partie dont l'extrémité supérieure est maintenue par deux tirants. Elle porte une poulie à gorge sur laquelle vient passer la chaîne du treuil, qui est accrochée au mât. On comprend facilement qu'en faisant tourner le tambour dans un sens ou dans l'autre on obtiendra l'abaissement ou le relèvement du mât.

La lanterne est placée à l'extrémité de la potence, où elle est maintenue par une corde passant sur de petites poulies. On peut, par conséquent, la descendre lorsqu'on veut régler les régulateurs, changer les charbons, ou pour tout autre motif.

On la descend aussi lorsqu'on veut changer de place la machine pour éclairer un autre point. Dans ce cas, la lanterne se place sur le bâti du treuil. Pour démonter la potence, quand il faut transporter l'appareil à une distance suffisamment grande, ou pour le mettre à l'abri, on commence par descendre la lanterne, puis on abaisse le mât au moyen du treuil et on le démonte aux jonctions des tubes, après avoir préalablement enlevé l'armature.

ÉLECTROCUTION. — Nom donné en Amérique aux exécutions capitales par l'électricité. Nous avons décrit plus haut (V. E CAPITALE) l'appareil adopté. La premi cution a eu lieu le 7 août dernier dai son d'Auburn, à New-York, sur un phien nommé Kemmler, qui était c à mort depuis quatorze mois.

Le condamné ayant été lié sur le construit pour cet usage, et les électi pliquées sur la tête et sur les mains, le courant.

Le corps du condamné sursauta viol les membres se contractèrent et la amena une contraction effroyable du v condamné poussa un profond soupir corps se raidit. Après que le courant é eut duré une demi-minute à peu pr arrêté, et les médecins s'approchèrent plicié.

Après un examen sommaire, trois déclarèrent que Kemmler était mort, peu après, le Dr Spitzka fit observ souffle semblait sortir encore de la b peine avait-il fait cette observation qu trine de Kemmler se souleva convuls et l'on vit de nouveau se produire de sions horribles du corps et des mou saccadés de la mâchoire.

Kemmler n'était pas mort. Tous l tants étaient pénétrés d'horreur. L'un nalistes présents s'évanouit.

On remit le casque sur la tête du s et on établit de nouveau le courant él A peine le courant avait-il été établi répandit dans la salle une odeur naus de chair et de cheveux brûlés. C'était du condamné qui brûlait!

On arrêta le courant et les médecin unanimes à constater la mort. Ils dé en même temps que, si le courant n'a tué le condamné, celui-ci avait dû ce perdre immédiatement toute conscienc

L'autopsie a démontré qu'un cercle fini existait sur le haut de la tête, où avait été enlevée, tandis que dans le l'on avait appliqué la seconde électro constaté une marque circulaire de pouces de circonférence.

La chaleur excessive avait complètem séché l'éponge de l'électrode; le sang gèrement coagulé et les poumons tionnés.

Le cœur et les intestins présentaien rence normale, mais, au-dessus du et au-dessous de l'endroit où avait été l'électrode, le sang était carbonisé.

s témoins de l'exécution, le Dr L. Balch, ie ainsi : « Lors du passage du courant, effet visible fut la tension des muscles nflement des narines et des lèvres. Il t aucun symptôme de souffrance sur la dans l'action musculaire. Je crois que bilité fut absolument paralysée par la e application. Le courant fut maintenu secondes, pendant lesquelles le corps lamné resta tendu pour retomber inerte le courant eut été interrompu. La mort it être survenue, si l'on peut en juger parence générale du visage et par l'as- corps. Cependant le courant n'avait pas itenu assez longtemps pour déterminer complète. Quelques secondes après la du courant, des signes de vie furent rts ; la sensibilité n'était pas revenue ; cœur et les poumons essayèrent d'ac- leurs fonctions, en même temps qu'une mousseuse paraissait autour de la bou- seconde application du courant fut ée pendant trois à cinq minutes, et, on rompit le circuit, l'homme était

les journaux de New-York ont protesté cette exécution, qu'ils ont qualifiée de ie.

probable cependant que le condamné é par le premier courant, ou au moins perdu immédiatement la sensibilité. Ce exécution, qui offre peut-être aux assis- spectacle fort désagréable, paraît ce- moins inhumain que la pendaison, t appelé à remplacer définitivement, les péripéties qui ont accompagné la e tentative. En effet, le coroner Jen- ui a fait l'autopsie, a émis l'avis que cité est bien préférable à la pendaison ie moins de souffrance, la pendaison ant jamais la mort avant huit ou dix .

eurs on pourra sans doute une autre prenant les précautions convenables, s scènes regrettables qui se sont pro- a première fois. Ainsi, d'après M. Charles es, les dynamos étaient installées sur un r d'étage auquel elles communiquaient, vitesse, des vibrations de 10 à 25 milli- Les courroies étaient neuves et faillirent les poulies quand on ferma le circuit; bien de la peine à les maintenir pendant s nécessaire.

, d'après M. Edison, les points choisis ablir le contact, c'est-à-dire la base du crâne et le bas de l'épine dorsale, étaient extrêmement défavorables, à cause de la grande résistance des os et des cheveux. Grâce à ce choix, le condamné n'aurait reçu qu'une faible partie du courant, car une tension de 1300 volts pendant un temps aussi long l'aurait complètement carbonisé. On serait beaucoup plus certain d'obtenir une mort rapide en faisant pénétrer le courant par les mains; préalablement nettoyées, et plongées dans la soude caustique. Les doigts, les mains et les bras, grâce au sang qui y circule, forment de bons conducteurs. M. Edison pense du reste que Kemmler était mort après le passage du premier courant. La mort par pendaison peut être également suivie de mouvements musculaires.

ÉLECTROMÉTALLURGIE. — Nous avons indiqué plus haut les tentatives faites pour appliquer l'électricité à la préparation industrielle de certains métaux, tels que l'aluminium, le zinc, le cuivre. Nous ferons connaître encore un certain nombre de procédés récents.

Extraction de l'aluminium. — Nous avons décrit le procédé Cowles, qui a été le premier appliqué en Amérique, et qui consiste à réduire l'alumine par le charbon, sous l'influence de la chaleur dégagée par l'arc voltaïque. L'opération se fait dans un fourneau en briques réfractaires, garni de brasque faite avec du charbon et de la chaux. Les électrodes, placées dans le sens de la longueur, sont constituées par des faisceaux de crayons en charbon, encastrés dans une monture métallique. Elles sont inclinées et se déplacent du dehors au moyen de crémaillères ; on modifie leur distance pour régler le courant.

Dans le procédé Héroult, on décompose l'alumine par l'arc voltaïque, en présence d'un métal, si l'on veut obtenir un alliage, ou de la cryolithe, fluorure double d'aluminium et de sodium, lorsqu'on veut avoir l'aluminium pur. On opère dans une caisse en fonte, garnie de plaques de charbon conducteur reliées au pôle négatif; on y ménage une cuvette que l'on remplit du métal qu'on veut allier à l'aluminium. L'électrode positive, formée d'un prisme en charbon, est approchée à une distance d'environ 3 millimètres, et le métal entre en fusion. On jette alors dans le fourneau l'aluminium mélangé de métal, par un trou de chargement ménagé dans le couvercle ; l'oxyde est réduit avec formation d'oxyde de carbone, probablement aux dépens de l'anode. On fait sortir de temps en temps l'alliage par un trou de coulée placé à la partie inférieure.

Il suffit d'employer une force électromotrice de 20 et souvent même de 10 à 15 volts, avec une intensité de 3000 à 4000 ampères. Le courant est fourni par deux dynamos de 20 volts et 6000 ampères, qui empruntent la force motrice à une chute d'eau de 800 chevaux environ.

L'opération est continue : on règle la distance de l'anode d'après l'indication de l'ampèremètre et on la remplace rapidement quand elle est usée.

Si l'on veut avoir l'aluminium pur, on fait usage d'une cathode en cuivre, isolée du reste de la caisse par un pisé en charbon, et le métal se rassemble dans l'espace compris entre cette électrode et les parois. On charge d'abord de la cryolithe, que l'on fond; puis on ajoute par petites portions un mélange d'alumine et de cryolithe.

Le rendement est d'environ 16 grammes d'aluminium par cheval-heure; on a pu même atteindre 30 ou 40 grammes. Pour obtenir 1 kilogramme de métal, on prend 2200 grammes d'alumine calcinée, 1600 grammes de cryolithe, et l'on use 1600 grammes de l'électrode de charbon. Un appareil donne environ 20 kilogrammes d'aluminium par vingt-quatre heures.

Le prix de revient de l'opération elle-même ne dépasserait pas 5 francs par kilogramme, mais le chiffre considérable des frais généraux (200000 fr. par an) force à élever le prix de vente à 20 ou 30 francs.

« L'aluminium obtenu est à 80 p. 100. La plupart des impuretés se volatilisent, mais la silice se réduit : le procédé peut, du reste, servir à la production des alliages de silicium.

« Il ne diffère en somme du procédé Cowles que par des détails opératoires. On supprime le charbon dans le mélange traité, mais l'électrode semble fournir le charbon nécessaire à la réduction. Les appareils semblent plus faciles à conduire et permettent de marcher avec une différence de potentiel plus faible, grâce sans doute à la faible distance maintenue entre les électrodes. Pour l'aluminium pur, l'emploi du bain de cryolithe, en protégeant ce métal, permet sa préparation, difficile par le procédé américain. » (U. Le Verrier, *Note sur les progrès récents de la métallurgie.*)

Le procédé Kleiner, que nous avons décrit plus haut, ne semble donner qu'un faible rendement.

Le procédé Bernard et Minet, employé à Creil, n'utilise le courant que pour l'électrolyse, le mélange étant fondu par l'action de la
Dans ces conditions, il suffit d'avoir u
électromotrice de 5 volts.

Pour obtenir l'aluminium pur, on fon
dans une cuve en fer, un mélange de 4(
de fluorure d'aluminium avec 60 à 70
rure de sodium. Au fond on place l
électrodes, et au-dessous une coupelle
bon qui reçoit le métal mis en liberté.
rois de la cuve sont reliées au pôle né
une dérivation qui ne laisse passer
10 p. 100 du courant total : elles se re
ainsi d'une couche d'aluminium qui e
le fer d'être attaqué.

Une partie du fluorure, 10 p. 100 env
volatilise. Le fluor que l'électrolyse dé
pôle positif est absorbé dans de l'alu
en poudre, afin de régénérer le fluoru
été réduit.

Il faut 2 kilogrammes d'alumine et
gramme de fluorure pour obtenir 1 kilo
de métal. La production peut atteindre 2
mes par cheval-heure. En prenant les
de la cuve comme électrode négative,
plaçant le fluorure par de la cryolith
tionnée de bauxite, on peut obtenir de l
nium ferreux, et la production peut
jusqu'à 40 grammes par cheval-heure.

« Il est assez difficile de se prononce
tenant sur l'avenir réservé à ces différe
cédés. Je pense que les méthodes éle
sont destinées à l'emporter : car si, d
méthodes chimiques, on est amené à p
le sodium par l'électrolyse, il semble n
de supprimer cet intermédiaire : il ne
conserver d'utilité que pour la prépar
l'aluminium extra-pur, où jusqu'à pré
méthodes chimiques semblent mieux
que les autres.

« Quant aux procédés électriques,
faciles à manier doivent être ceux qui en
des courants à faible tension. (Les ren
paraissent comparables.) Le procédé
peut-être à ce point de vue un avan
procédé Héroult aurait en revanche
riorité de ne pas employer des pro
préparation compliquée comme le
d'aluminium; mais cet emploi est p
une condition indispensable pour avoir
minium tout à fait pur, ce qui semble
ciliable avec l'usage de la cryolithe nat

« Le procédé Héroult serait peut-êtr
simple pour la fabrication des alliage
que l'autre l'emporterait pour l'extra
l'aluminium.

de ces méthodes, du reste, ne ré-
lème d'extraire l'aluminium de ses
›s répandus dans la nature, comme
Toutes sont encore obligées d'em-
.atières pures, c'est-à-dire, soit des
res comme le corindon, soit des
ificiels.

ction du silicium, dont la présence
même dans les alliages, empêche
aux substances non exemptes de
ré ces circonstances, le prix des
mières ne constitue que le tiers ou
frais : la main-d'œuvre, les opéra-
›ires dans les méthodes chimiques,
es cas, l'amortissement des grandes
électriques se reportant sur une
ıssez faible, sont les causes princi-
·lévation du prix de revient. »
er, *loc. cit.*)

des métaux précieux. — On sait
difficile d'extraire l'or et l'argent
; complexes dans lesquels ils sont
rsenic, l'antimoine, le soufre, parce
posés ne se laissent pas en général
ètement et résistent dans ce cas à
on comme à la plupart des réactifs.
·ites aurifères, qui se rencontrent
ımment, restent souvent inutilisées
ne sont pas très riches.

de procédés ont été essayés inuti-
traiter ces minerais : la meilleure
ait consister à traiter les résidus
par le chlore gazeux qui dissout

se, qui produit facilement du chlore
nble fournir une excellente solu-
passer les minerais dans une dis-
sel marin ou d'autres chlorures,
par un courant à haute tension. Le
;é au pôle positif attaque tous les
: l'or et de l'argent, et ces deux
dissolvent à l'état de chlorure

ı nombre de méthodes récentes
·éaction qui précède. La plus pra-
ètre celle de M. Cassel, qui permet
: l'or et de le précipiter en une seule

n se fait dans une auge de bois,
ois sont garnies de plaques de cui-
l'électrode négative. Dans cette
un tambour en matière poreuse
ımiante, dont l'axe communique
positif et porte des baguettes de
i viennent aboutir près de la cloison d'amiante. L'anode ainsi constituée est donc toujours séparée de la cathode par le diaphragme poreux.

On remplit l'appareil d'une solution de sel marin, on fait passer le courant, puis on verse le minerai dans le tambour, qui tourne avec une vitesse de 10 tours par minute. L'or se dissout, et le chlorure, traversant librement la cloison poreuse, va s'électrolyser dans l'auge, de sorte que le métal se dépose, sous forme de poudre, sur les plaques de cuivre qui constituent la cathode. Cette poudre est ensuite lavée, séchée, puis fondue et raffinée.

Si le minerai est formé de blendes ou de pyrites cuivreuses, le zinc et le cuivre se dissolvent aussi et se déposent avec l'or.

Dans cette méthode, on doit éviter que le bain devienne acide, car le fer, qui se trouve toujours dans le minerai, précipiterait l'or. Pour écarter cet inconvénient, on bocarde le minerai avec du sel marin, et l'on ajoute une certaine quantité de chaux, qui précipite le fer.

Dans le procédé Body, on électrolyse une dissolution de chlorure alcalin et de perchlorure de fer. L'opération se fait dans un cylindre tournant contenant des boulets en fer. Le minerai est attaqué. L'or et l'argent se dissolvent, puis se précipitent de nouveau par l'action du fer : ils restent donc mélangés au minerai, mais sous un état différent, qui les rend faciles à amalgamer. On arrête alors la rotation et l'on ajoute du mercure.

M. U. Le Verrier, dans la note à laquelle nous empruntons la plupart des renseignements qui précèdent, examine les avantages et les inconvénients que présente l'application de l'électricité à la métallurgie. Il cherche d'abord si la production de chaleur par l'électricité, c'est-à-dire l'emploi du four électrique, peut être économique.

« Il est très difficile de calculer *a priori* quelle portion de l'intensité d'un courant on pourrait utiliser sous forme de chaleur. Mais, au point de vue pratique, le traitement de l'aluminium fournit une donnée réelle. On obtient couramment 15 grammes de ce métal par cheval-heure, et, dans des essais soignés, on est arrivé à une production de 40 grammes. En tenant compte du poids des matières qu'il faut fondre et admettant une température de 1500°, il y aurait environ 60 calories utilisées (je ne tiens pas compte de la réduction de l'alumine, compensée par la combustion du charbon des électrodes ou de celui qu'on ajoute dans la charge).

« Prenons ce chiffre comme représentant l'utilisation pratique qu'on peut espérer en général. Supposons que le cheval-heure, produit par une force hydraulique, revienne seulement à 1 centime, et que la tonne de houille vaille 20 francs : l'électricité donnera 60 calories, pour le prix de 500 grammes de charbon, qui peuvent en dégager 3000. D'autre part, dans un four à bonne marche, comme dans les fours Siemens, l'utilisation peut atteindre 20 p. 100. C'est donc 600 calories qu'on aurait pour le même prix en chauffant avec de la houille.

« Ainsi le chauffage par l'électricité serait 10 fois plus coûteux, et, dans la pratique, ce rapport pourrait s'élever à 20.

« Cet écart diminuerait pour les températures très élevées, et surtout pour les opérations où il faut chauffer en vase clos ; car alors, comme dans la fusion de l'acier en creuset, l'utilisation du charbon peut descendre au-dessous de 5 p. 100.

« L'électricité offrira des avantages sérieux pour certaines opérations spéciales ; elle permet de chauffer seulement un point déterminé, elle n'expose pas la matière au contact parfois dangereux du combustible ou des flammes; elle sera d'un maniement très commode dans les cas où le charbon serait à peu près impossible à employer. C'est ce qui arrive pour les soudures autogènes, qu'on ne pourrait guère faire autrement (sauf avec le chalumeau à oxygène). Elle peut développer des températures irréalisables avec d'autres procédés et elle a seule permis jusqu'à présent d'une manière courante la réduction directe de l'alumine.

« Il y a donc des cas où les combustibles ordinaires ne peuvent pas remplacer l'électricité. Mais, dans l'état actuel de la science, ce sont les seuls où l'emploi de cet agent comme producteur de la chaleur soit rationnel. C'est un chauffage de luxe, auquel l'industrie ne peut recourir que contrainte et forcée, toutes les fois du moins qu'il s'agit d'opérations en grand, où le prix de revient de la chaleur joue un rôle assez important pour être pris en considération. »

ÉLECTROPHORE. — Le Dr A. Bloch a imaginé un électrophore qui, malgré ses petites dimensions, donne de bons résultats.

Cet électrophore se compose d'un disque en verre et d'un plateau en laiton à manche isolant de verre. Le développement de l'électricité a lieu par le frottement direct du métal sur le verre. Le manche isolant étant fixé au plateau métallique, on saisit ce plateau par la partie inférieure du manche, aussi ba[s] possible, en le prenant, comme une pl[ume à] écrire, entre le pouce et l'index de la [main] droite, les autres doigts appliqués sur la s[urface] du métal. On le pose sur le plateau de [verre] et, pour effectuer le frottement, on le fai[t tour]ner deux ou trois fois sur le verre comm[e si l'on] voulait l'essuyer, en se servant des doi[gts de] la main droite qui sont restés dans la [même] position et s'appuient solidement sur le [métal] de manière à exercer une certaine pressi[on des] deux plateaux l'un contre l'autre. Qua[nt au] plateau de verre, il est bon de le tenir p[ar le] bord au moyen de deux doigts de la mai[n gau]che, pour l'empêcher de glisser pend[ant le] frottement. On soulève ensuite le platea[u mé]tallique par le verre du manche, à sa [partie] supérieure, et d'un doigt de la main gau[che on] en tire une étincelle.

Il n'est pas nécessaire, si l'on veut rec[harger] le plateau métallique, de recommencer c[haque] fois le frottement. Le contact suffit ensui[te. On] remet le plateau métallique sur le verr[e, on] applique l'extrémité d'un doigt de la [main] droite sur le métal; puis, comme aupar[avant,] on le soulève par le verre du manche po[ur ob]tenir une nouvelle étincelle. Ce n'est q[u'à] intervalles qu'il faut reprendre le frott[ement.]

On peut encore frotter le métal sur le [verre] de la façon suivante : on appuie fortem[ent le] bout des doigts de la main droite [sur le] plateau métallique et on le fait tourne[r deux] ou trois fois sur le verre comme précéden[ment,] sans qu'il soit nécessaire de tenir le m[anche.]

Avec cet électrophore on peut charg[er une] bouteille de Leyde.

Les avantages de cet appareil sont l[es sui]vants. La peau de chat est supprimé[e; son] emploi, d'ailleurs, serait loin de donn[er des] résultats aussi sensibles que le frottem[ent di]rect du métal sur le verre.

L'électricité qu'il donne est *négative*, [tandis] que l'électricité fournie par les électr[ophores] de résine ou d'ébonite est *positive*, en sor[te que,] pour certaines démonstrations, l'on p[eut se] dispenser de recourir à des machines élec[triques] pour avoir de l'électricité négative sus[ceptible] d'être utilisée pour les expériences.

L'électrophore de métal et de verre fon[ctionne] par les temps les plus humides. Quand [l'humi]dité se dépose sur les objets, il faut essu[yer les] deux plateaux et surtout le verre du m[anche] par lequel se ferait principalement la d[éperdi]tion de l'électricité dans cette circonst[ance. Il] se pourrait que, dans une pièce renferm[ée]

s grand nombre de personnes, l'électricité quelque difficulté à se manifester rapidement; en ce cas, il n'y aurait qu'à ouvrir une être pendant quelques minutes pour renouer l'air et l'appareil recommence à fonctionner.

Enfin, cet électrophore ne présente pas les onvénients des électrophores de résine ou bonite. En effet, le caoutchouc durci finit perdre ses propriétés électriques par suite l'altération de sa surface, et la résine se orme et se fendille au bout d'un certain aps. Il est vrai qu'on peut remédier à ce nier défaut en refondant la surface de la ine, ce qui n'offre aucune difficulté. Avec ectrophore à plateau de verre, la surface it se rayer par le frottement, mais cela ne sente aucun inconvénient au point de vue l'électrisation.

ÉLECTROSCOPE. — Le pendule électrique et me l'électroscope à feuilles d'or peuvent avantageusement remplacés dans les cours l'électroscope du D[r] A. Bloch. Ce petit appeil est formé d'une aiguille d'aluminium rêmement légère, qui repose par une chape gate sur une pointe métallique verticale, elle-même au sommet d'un support iso-. La chape n'est pas fixée au milieu de l'aille, mais près d'une extrémité, et le plus it bras porte une petite masse de cuivre, qui ntient l'aiguille en équilibre.

'appareil se charge par influence ou par tact, comme les électroscopes ordinaires. le décharge en touchant la partie métalli- du support. On peut donner à l'aiguille uminium une grande longueur sans augter beaucoup son poids. L'instrument est ucoup plus sensible que l'électroscope à feuilles d'or, et les déviations se voient beaucoup mieux. Ainsi, il permet de montrer à un nombreux auditoire la petite quantité d'électricité prise à un conducteur électrisé par un plan d'épreuve.

ESSAI DE L'ÉLASTICITÉ DES MÉTAUX. — M. Cordier a appliqué les sonneries électriques à la mesure de l'élasticité, ainsi qu'à celle de l'allongement produit par une charge quelconque.

On fixe sur la règle à étudier deux colliers munis de coussinets en caoutchouc, qui servent d'isolateurs, et permettent en outre le serrage sur une barrette de forme quelconque. L'un de ces colliers porte un buttoir en métal, l'autre est muni d'une vis à manchon gradué, qu'on amène au contact avec le buttoir : ce contact ferme un circuit qui contient une sonnerie.

Pour déterminer la limite d'élasticité, on applique d'abord à la règle une charge faible ; par suite de l'allongement qui en résulte, le contact électrique est rompu et la sonnerie cesse de tinter. Dès qu'on enlève la charge, la barre reprend sa première longueur et la sonnerie se fait entendre de nouveau. On applique ensuite des charges de plus en plus fortes, et l'on reconnaît que la limite d'élasticité est dépassée lorsque, après la suppression d'une charge, le courant ne se rétablit pas. En employant des charges très rapprochées, on peut enfermer la mesure entre des limites aussi étroites qu'on le veut.

Pour mesurer l'allongement produit par une charge déterminée, on déplace la vis de façon à rétablir le contact pendant l'application de la charge; on lit sur le manchon gradué le déplacement de la vis ou l'allongement de la règle.

F

IL BIMÉTALLIQUE. — M. Edouard Martin nné ce nom à un fil compound, qu'il fabri- depuis quelques temps et qui paraît donner rès bons résultats. Ce fil a été mis à l'essai l'administration des télégraphes et par ieurs gouvernements étrangers. Il est formé e âme d'acier recouverte d'une enveloppe uivre pur. La résistance à la traction est, dit-on, supérieure à celle de l'acier, car elle est comprise entre 75 et 95 kilogrammes par millimètre carré. La conductibilité est 0,60 de celle du cuivre pur. Un fil bimétallique de 1,9 mm. de diamètre convient bien pour une ligne téléphonique, au double point de vue de la résistance mécanique et de la conductibilité. Il pèse 25,35 kilogrammes par kilomètre et coûte

48,15 fr. Un fil de cuivre présentant la même résistance mécanique aurait 2,5 mm., pèserait 43,7 kilogrammes et coûterait 91,75 fr. Le fil bimétallique permettrait donc de réalis grande économie.

H

HAVEUSE ÉLECTRIQUE. — M. Peter Arp a inventé récemment une haveuse qui est employée avec succès dans la mine Jackson, à Powelton.

Cette machine se compose d'un cadre en fer de 61 centimètres de hauteur, 2,50 m. de longueur et 90 centimètres de largeur, qui porte neuf perforateurs destinés à percer le charbon, et séparés par des disques en acier qui découpent le charbon entre les trous. Elle reçoit le courant d'une dynamo de sept chevaux, installée à 1,5 kilomètre environ. Cette haveuse pèse 550 kilogrammes et fait, d'après *The machinery Market*, deux entailles de 1,50 m. de long sur 0,90 m. de large en cinq minutes ; elle se déplace, s'abaisse ou s'élève facilement.

HORLOGE ÉLECTRIQUE. — Nous avons décrit plus haut différents systèmes de remise à l'heure par l'électricité, notamment celui de MM. Dumont et Lepaute, qui est employé par la Compagnie des chemins de fer de l'Est. Nous indiquerons encore le système Pouchard, employé par la Compagnie de l'Ouest.

Le système Pouchard résout très simplement la double question de remise à l'heure à distance et de remontage automatique des horloges; il présente l'avantage de corriger à la fois l'avance et le retard.

Tout fil télégraphique ordinaire peut être utilisé pour la correction de l'heure; un dispositif installé dans chaque régulateur coupe automatiquement la communication avec les appareils pendant 4 ou 5 minutes et l'établit sur l'horloge.

L'application de ce système aux lignes de chemins de fer semble donc tout indiquée.

Le remontage s'effectue au moyen d'un petit moteur électrique rotatif actionné par deux éléments type Leclanché, qui remonte automatiquement le poids de l'horloge par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un train d'engrenage diffférentiel.

Ce moteur est combiné de façon à éviter tout point mort.

Le contact est établi entre la pile et le n à des intervalles déterminés, généra toutes les quatre heures, par un jeu d muni de sautoirs.

Si, pour une cause quelconque, le rem électrique ne s'effectue pas, un index l'a extérieurement, mais le régulateur peu tionner encore plusieurs jours en att l'arrivée de l'agent chargé de l'entretie

La remise à l'heure est réalisée de la n suivante. A l'intérieur de chaque régula a disposé un commutateur spécial, trave la ligne avant qu'elle aboutisse aux ap télégraphiques. Au moment prévu pour mise à l'heure, ce commutateur met au quement hors du circuit le télégraphe e pendant 4 minutes la communicatio pile avec la ligne. Deux électro-aima tallés dans chaque régulateur ont pour corriger respectivement l'avance et le

Si les horloges sont bien à l'heur courant ne passe ; mais, s'il y a désa courant est reçu dans l'un ou l'autre tros. La fourchette de l'échappement dégagée du balancier, qui seul continu che ordinaire. Si l'horloge retarde, l' ment s'accélère et récupère le reta contraire, il y a de l'avance, l'échapp trouve immobilisé.

Au moment précis où toutes les ho circuit sont à l'heure de l'horloge ré le courant cesse de passer, les écha deviennent de nouveau solidaires d ciers, et la ligne se trouve reportée sur reils télégraphiques.

La figure 1101 représente le mécanis mise à l'heure. La roue *f* fait un tour quatre heures, la roue des heures un une heure.

Toutes les vingt-quatre heures la levier *yo'* tombe dans l'encoche *j*, po le ressort *g'*, et la dent *z* tombe sur l lures *r'* de la roue *r*, qui correspond 59ᵉ et 60ᵉ minutes de l'horloge rég

dentelures impriment au levier *y* et au contact *q* les mouvements suivants :

1° A la 58° minute, le contact 3*v* est rompu, séparant ainsi le télégraphe de la ligne.

2° A 58 minutes 45 secondes, le circuit de la pile *q* est fermé en *v*4 et mis en rapport par II*k*″ 4*vp* H′ avec le mécanisme de remise à l'heure.

3° A la 60° minute, le contact *q* reprend sa position normale et rétablit le circuit des appareils télégraphiques, par *vp*H′.

Le contact 3 communique par *n* avec l'appareil télégraphique et le contact 2 relie la borne *k* à l'électro *m*. Le contact 1 relie la borne *k*′ à l'électro *l*.

Lorsque l'horloge régulatrice arrive à la 58° minute de l'heure, la touche *q* abandonne le

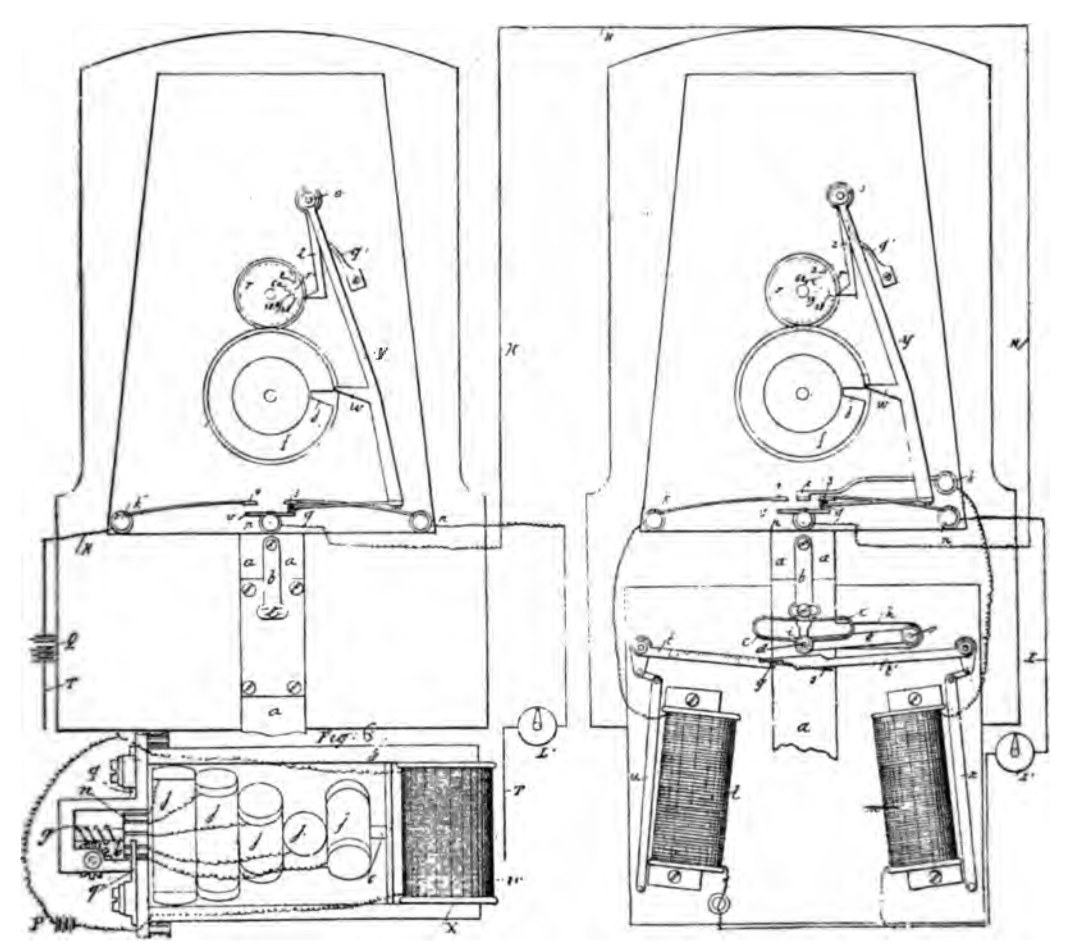


Fig. 1101. — Remontage et remise à l'heure électriques, système Pouchard.

contact 3, sépare l'horloge de la ligne L et ferme par 2 le circuit sur l'électro *m*, ce qui fait déclencher la bielle *c* de *d* et accélère, comme nous l'avons dit, l'échappement *b*. A la 59° minute, la touche *q* ferme le circuit entre *v* et le contact 1 sur l'électro *l* et immobilise l'échappement. Si l'horloge avance, par exemple, d'une minute, le régulateur lui envoie, à 58 minutes 45 secondes, un courant qui l'attaque lorsqu'elle marque 59 minutes 45 secondes, au moment où *q* se trouve entre les contacts 1 et 2, et qui passe dans l'électro *l*, déclenchant la bielle *e*, solidaire du balancier; la coulisse *c* de l'échappement se trouve maintenue à l'arrêt par le ressort *s* jusqu'à la 60° minute, moment où a lieu la rupture du courant par le régulateur type, et reprend alors sa marche normale, entraînée par le balancier *a*.

Si l'horloge retarde de 1 minute, elle marque 58 minutes quand le régulateur correcteur marque 59 minutes. A 58 minutes 50 secondes, le courant passe dans l'électro *m*, déclenche la

bielle *e* et l'échappement bat quatre fois plus vite que le balancier, de manière à récupérer une minute en 20 secondes ; ceci obtenu, le courant de H est interrompu en *m*, et l'échappement réenclenché reprend sa marche normale.

Le système Pouchard, en usage depuis plusieurs années à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, fonctionne entre les gares de Paris Saint-Lazare, Paris-Montparnasse et le Mans. Sans aucun entretien, il a donné une entière satisfaction.

J

JOULE. — Unité pratique de travail, qui vaut 10^7 ergs (unité absolue de travail). Le joule est le travail fourni par un coulomb dans un circuit d'un ohm ou dans un conducteur dont les deux extrémités ont une différence de potentiel de 1 volt. D'où le nom de *volt-coulomb*, qu'on lui donne quelquefois. Le kilogrammètre vaut 9,8096 joules. Lorsqu'un travail est exprimé en joules, il suffit donc de diviser son expression par l'intensité de la pesanteur, exprimée en mètres, pour avoir sa valeur en kilogrammètres (Voy. Unités).

L

LABORATOIRE D'ÉLECTRICITÉ. — Nous avons dit plus haut que ce laboratoire avait été installé provisoirement à Grenelle, dans un local prêté par MM. Ménier. Le conseil municipal de Paris a mis à la disposition de la Société internationale des Électriciens, pour une durée de soixante ans, un terrain de 2715 mètres, situé rue Lhomond. A l'expiration de ce délai, le laboratoire construit sur ce terrain, ainsi que tous les objets immeubles par destination, deviendront, sans indemnité, la propriété de la Ville de Paris.

M

MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE. — Bien que nous ayons décrit plus haut un très grand nombre de machines dynamo-électriques, nous croyons utile d'en faire connaître encore quelques types récents.

Machines à courant continu. — *Dynamo Ganz.* — Cette dynamo (fig. 1102), construite par MM. Schneider et Cie, du Creusot, est du type supérieur. L'inducteur est en métal forgé et fait corps avec le bâti. Le tambour est composé de minces lames de fer, séparées par des couches de papier, le tout fortement comprimé et creusé de rainures très profondes et très étroites dans lesquelles est placé l'enroulement.

Cette disposition permet de réaliser le bobinage méthodiquement et de réduire l'entrefer à un minimum, ce qui rend très faible la résistance magnétique à cet endroit. Malgré l'emploi de dentelures, l'échauffement des surfaces polaires est extrêmement minime, ce qui s'explique par ce fait que les saillies, étant très étroites, n'occasionnent que de faibles vibrations des lignes de force. Les coussinets, largement calculés, sont d'un type spécial assurant la parfaite stabilité de l'arbre.

Le collecteur, formé de lames de cuivre, est de grandes dimensions, ce qui garantit un bon contact et une longue durée. Les vis qui serrent

les extrémités des fils de l'induit contre les secteurs du collecteur sont munies de *pièces de sûreté* extrêmement simples, consistant en des fils métalliques qu'on enfile dans des trous ménagés dans les têtes des deux vis qui se trouvent sur un même secteur et qu'on replie ensuite aux deux bouts. Cette disposition, extrêmement pratique, empêche les extrémités des fils de se relâcher.

La résistance magnétique étant très petite, comme nous l'avons dit plus haut, on n'a besoin que d'un courant d'excitation très faible. L inducteurs sont toujours montés en dérivatio

Le réglage se fait en introduisant dans circuit inducteur des résistances convenabl ou en les supprimant. Cette opération se fait la main pour les grandes variations et automat quement pour les petites.

Grâce aux bonnes proportions de ses dive éléments, aux soins apportés à sa constructio et au choix des matières premières employée cette dynamo possède un rendement très élev

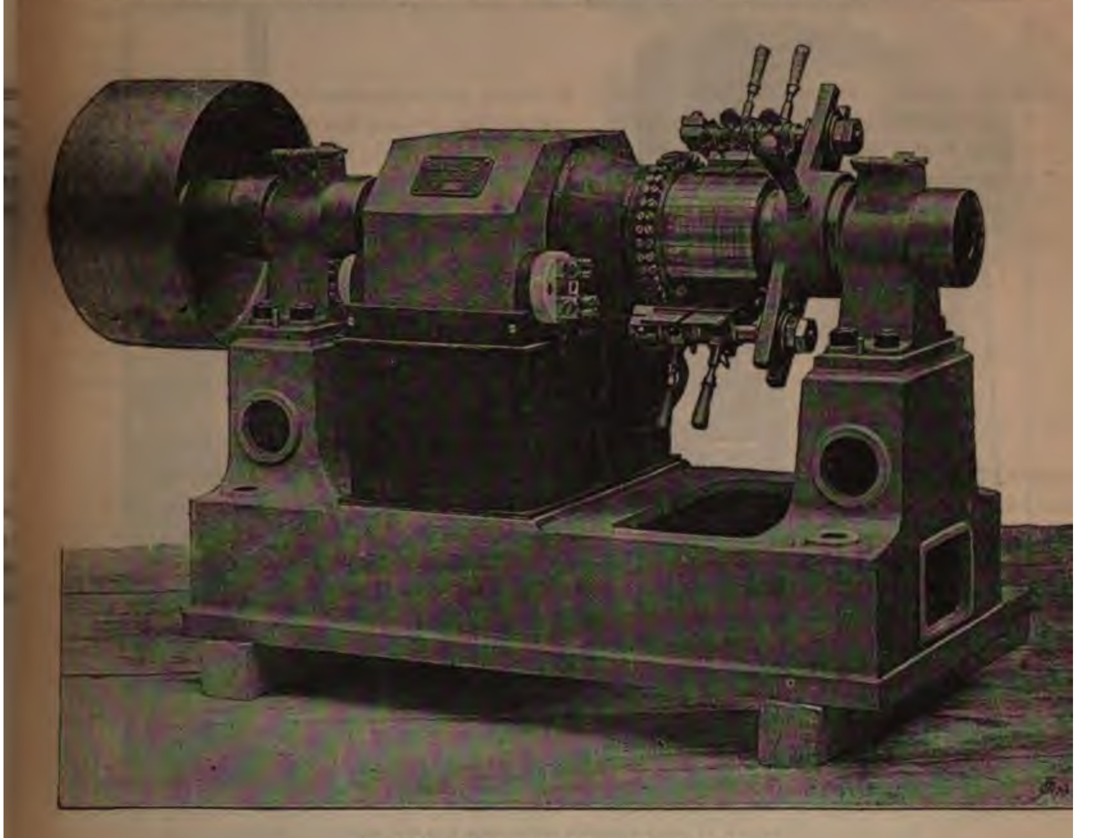


Fig. 1102. — Dynamo Ganz à courant continu, type Δ.

(0,90 à 0,92) avec une vitesse circonférentielle qui ne dépasse pas 10 mètres, correspondant à des nombres de tours très faibles. Elle est excessivement robuste et jouit d'une grande élasticité de production, qui peut atteindre le double de sa puissance nominale. Le champ magnétique a une stabilité remarquable, ce qui est un très grand avantage au point de vue du réglage des balais, dont le calage reste constant pour des débits très variables, sans donner d'étincelles aux collecteurs.

Ces dynamos sont construites pour des voltages de 60 à 500 et même 1000 volts et pour de puissances de 16500 à 100000 watts.

Elles donnent des résultats très remarquable comme réceptrices pour la transmission de l force par l'électricité.

Ces machines sont encore employées pa MM. Ganz comme excitatrices avec les dynamo à courants alternatifs type A, décrites plus loin Elles peuvent être alors actionnées à la cour roie au moyen de l'arbre commun de la ma chine à courants alternatifs et du moteur, soi accouplées directement à des machines à vapeu

spéciales. Dans le premier cas, le nombre des excitatrices est égal à celui des machines à courants alternatifs ; dans le second cas, il est ordinairement plus petit.

Quand les machines doivent être actionnées à la courroie, on les place sur des traîneaux pour tendre les courroies, et l'on visse le tout sur des cadres en bois qui, à leur tour, reposent sur des fondations convenables.

Machine multipolaire. — La figure 1103 montre une machine à 12 pôles, construite par *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft*, et assoc directement avec une machine à vapeur. N avons indiqué plus haut (Voy. TRANSMISSION) avantages de ce mode de liaison. La dyna tourne donc avec une faible vitesse. La mach à vapeur, construite par les ateliers d'Œrlik près Zurich, s'étend surtout en hauteur, de diminuer la surface occupée. Le régulat est placé sur l'arbre même, suivant une dis

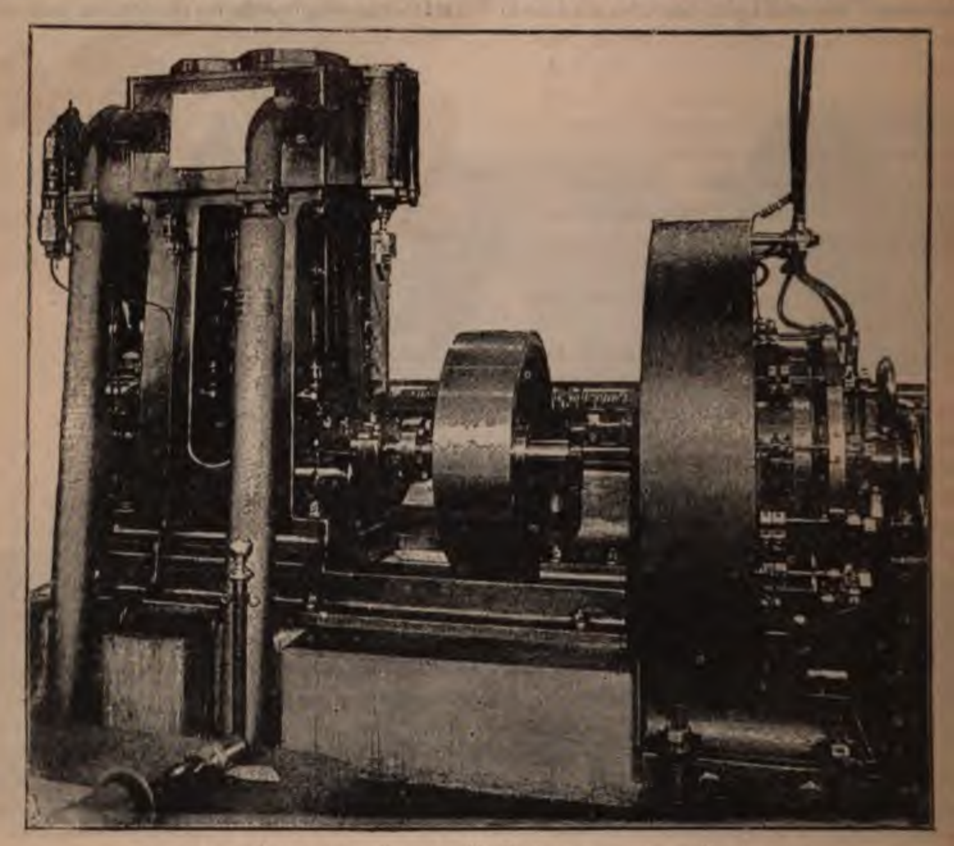


Fig. 1103. — Dynamo à 12 pôles accouplée directement avec une machine à vapeur.

sition brevetée, et agit immédiatement sur le système qui gouverne la détente.

La dynamo est formée d'un anneau massif en fonte, placé verticalement sur une semelle de même métal. Cet anneau a des rayons également en fonte, dont la longueur est de 2 décimètres, tandis que leur section est de 230 ou 250 millimètres. Ces rayons sont entourés par des manchons en fer-blanc sur lesquels est enroulé le fil. Des broches empêchent ces bobines de glisser.

L'armature est un anneau cylindrique à grand diamètre, qui tourne à l'intérieur de l'espace creux formé par l'anneau d'élec aimants.

Cette armature est à tambour, avec les m fications rendues nécessaires par la multipl des pôles. A cet effet, la surface marginal térieure de son noyau de fer est revêtu pièces conductrices isolées, parallèles, trè bilement reliées ensemble et avec le collec au moyen de bandes de tôle placées su côté de l'armature et isolées avec de la toil bibée. Afin que les pièces conductrices a quées soient à l'abri de la force centrifug collecteur est entouré d'un bandage de fil

tallique, constituant un ruban solide, maintenant bien les fils conducteurs.

Le noyau de fer de l'armature est composé d'anneaux de tôle qui sont maintenus ensemble par des boulons et qui sont reliés avec les rayons du moyeu fixé sur l'arbre.

Dans cette machine, les aimants sont armés d'un anneau de fer vissé sur le bout de ces aimants dirigé vers l'intérieur.

Cet anneau sert à modérer les transitions lorsque les changements de pôles se produisent dans les noyaux de fer de l'armature.

Pour assurer la ventilation de l'induit, on a pratiqué, dans l'intervalle entre les rayons considérés deux par deux, une série de trous disposés en cercle, qui n'empêchent pas la connexion mécanique et magnétique des diverses parties de l'anneau de fer.

Les balais, au nombre de douze, sont montés d'une façon particulière.

Les pièces qui maintiennent ces balais sont reliées au support par des ressorts en feuilles; ces douze balais, grâce à une disposition simple et ingénieuse, se retirent en même temps du collecteur ou s'y appliquent en même temps.

Une autre disposition permet de tourner à volonté, dans un sens ou dans l'autre, la couronne de balais, afin de mettre les brosses au point neutre, selon la charge de la machine.

Cette dynamo est calculée pour 60000 watts; lorsque la tension aux bornes est de 110 volts, elle donne une intensité de 550 ampères, ce qui permet d'alimenter 1000 lampes de 16 bougies. Elle n'occupe que 3,15 m. de longueur sur 2 mètres de largeur.

Petites dynamos. — M. Austin, d'Armley, construit plusieurs modèles de petites dynamos dont la puissance varie de 1 kilowatt à 100 watts, et peut même être inférieure à cette dernière limite.

La dynamo *Bébé* (fig. 1104) est construite avec soin, malgré ses petites dimensions. La base, le noyau et les paliers, fondus d'une seule pièce, forment un ensemble très solide. Le noyau et les pièces polaires sont alésés jusqu'aux deux tiers de leur profondeur, pour recevoir les noyaux des électro-aimants, qui sont en fer de Suède recuit, de première qualité.

Le noyau de l'armature est composé d'une série de disques très minces, en fer suédois au charbon de bois, qui sont tournés avec précision au centre et à la circonférence. Ces disques sont isolés soigneusement les uns des autres, et montés sur une forme en bronze dur, parfaitement isolée, puis enroulés d'après le système Gramme. L'armature ainsi constituée est calée

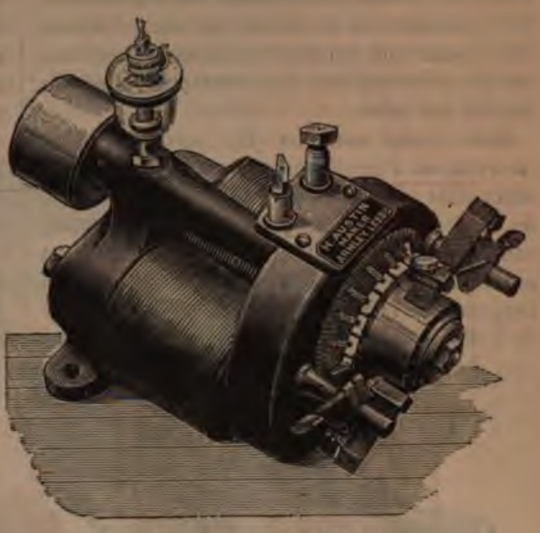


Fig. 1104. — Dynamo Bébé.

sur un arbre en acier et parfaitement équilibrée.

Les segments du collecteur sont isolés les uns des autres aux moyens d'amiante ou de mica, et ont une profondeur radiale suffisante pour leur assurer une longue durée. Les porte-balais peuvent être déplacés à volonté. La poulie est tournée et entièrement polie, à l'intérieur comme à l'extérieur. Les coussinets, qui ont une longue portée, sont en bronze phosphoreux très dur.

Le graissage est parfait. L'huile, contenue dans un lubrificateur à goutte visible, pénètre entre les deux paliers et se dirige extérieurement, maintenant ces paliers parfaitement propres et lubrifiés. Au sortir des paliers, l'huile de graissage est projetée dans des cavités situées à l'extrémité de ceux-ci, et dirigée, par des conduits spéciaux, dans un plateau où elle est recueillie.

Les connexions entre les balais et les bornes ne comportent aucun fil flottant; elles sont effectuées très nettement au moyen de soudures. L'armature peut être retirée en quelques secondes : il suffit de desserrer l'écrou placé à l'extrémité de l'arbre du côté de la poulie.

Ces machines se fabriquent en dix grandeurs, donnant de 50 à 5000 watts. L'enroulement se fait en série, en dérivation ou compound. Le rendement électrique est de 75 p. 100 pour les petits modèles et s'élève jusqu'à 92 p. 100 pour

les plus grands. Elles donnent également de bons résultats comme moteurs.

Le même constructeur fabrique une petite dynamo spécialement combinée pour les amateurs, les petits laboratoires, les conférences. Elle convient à tous les cas où l'on n'a besoin du courant que pendant un temps assez court et où l'on ne veut pas s'astreindre à l'ennui de monter des piles.

Cette petite machine (fig. 1105) reçoit le mouvement d'une manivelle qu'on tourne à la main. Elle est très compacte, ne pèse pas plus de 8 kilogrammes et peut donner une puissance de 50 à 60 watts. On la fixe rapidement au bord d'une table, et l'on peut faire varier la longueur de la manivelle, suivant la grandeur de l'effort à exercer. L'armature est entraînée par des poulies à friction, qui rendent le m
vement très doux et complètement silenci

Machines à courants alternatifs. —
figure 1106 représente une machine à cou
alternatifs Zipernowsky. Comme celle que
avons décrite plus haut (page 492), cette dy
est à induit fixe et à inducteur mobile, de f
à éviter le passage du courant à haut pote
à travers les pièces en mouvement.

Les inducteurs sont disposés radialem
Leurs noyaux, ainsi que ceux des bob
sont constitués par des tôles minces estam
isolées par du papier et solidement assemb
Les bobines induites sont disposées à l'inté
d'un cylindre, suivant les rayons; elles
plates; chacune d'elles forme une arma
complètement indépendante, dans laquel





Fig. 1105. — Petite dynamo à manivelle (vue des deux côtés).

ne se produit que des différences de tension très minimes, et qui explique la possibilité de construire facilement des machines allant à 5000 volts et plus, sans avoir besoin de recourir à des matières spécialement préparées, coûteuses et n'ayant généralement qu'une résistance mécanique insuffisante. Chacune des bobines est fixée séparément à la couronne, de sorte qu'elles sont parfaitement isolées entre elles. En résumé, l'isolement des diverses parties de la machine, qui a été l'objet d'une attention spéciale, est assez parfait pour que, malgré les hauts potentiels employés, on puisse toucher impunément toutes les parties.

Dans tous les modèles de ces machines, le nombre des alternances du courant est de 5000 par minute; ce nombre, relativement peu élevé, convient mieux à l'emploi des moteurs à courants alternatifs. Ces machines, surto
type A, se prêtent parfaitement au coupla
quantité, ce qui est de la plus grande i
tance au point de vue économique.

Le rendement atteint 92 p. 100, circons
avantageuse, non seulement pour la dé
mais aussi pour la durée et la sûreté du
tionnement, car l'augmentation du rend
diminue l'échauffement. Or, les diverses p
de la machine « A » prennent à peine la ch
de la main après plusieurs heures de fon
nement à pleine charge.

Ajoutons enfin que ces machines sont
nairement excitées par les dynamos G
courant continu, type Δ, décrites plus haut
se construisent pour des puissances varia
10000 à 360000 watts. A partir de 50000
le rendement atteint 92 p. 100.

Cette dynamo est un des éléments du système de production et de distribution de l'électricité de MM. Zipernowsky, Déri et Blathy, dont MM. Schneider et Cie sont les concessionnaires exclusifs pour la France.

Ce système est basé sur la production de courants alternatifs à haute tension ramenés sur le lieu de consommation au potentiel usuel au moyen de transformateurs.

A partir d'une distance de 1000 mètres entre le lieu de production de l'électricité et celui de sa consommation, ce système offre des avantages économiques très importants par rapport à l'emploi du courant continu.

Parmi les applications qui en ont été faites, nous citerons l'éclairage de la petite ville de Valréas au moyen de l'énergie fournie par une chute d'eau distante de 14 kilomètres. On procède en ce moment à une installation très importante dans laquelle les dynamos seront à 30 kilomètres des locaux éclairés. Voy. STATION CENTRALE (Supplément) et TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE.



Fig. 1106. — Machine à courants alternatifs Zipernowsky, type A.

MANÈGE ÉLECTRIQUE. — On a vu fonctionner à Nice l'hiver dernier un appareil électrique qui tient le milieu entre les chevaux de bois et le jeu bien connu des petits chevaux, et qui a obtenu un grand succès. Il est composé de chevaux de bois montés sur quatre roues et tournant sur des pistes différentes et concentriques. Ces chevaux possèdent chacun un petit moteur électrique et peuvent prendre des vitesses différentes. Le système entier reçoit le mouvement d'une dynamo Rechniewski à double enroulement, alimentée par un moteur à gaz de douze chevaux. Les chevaux, au nombre de six, possèdent chacun à l'arrière une petite machine Rechniewski servant de moteur; les six moteurs sont montés en dérivation. Un surveillant a sous la main toutes les pièces nécessaires pour régler la marche des chevaux : un commutateur principal, six commutateurs et six rhéostats individuels, enfin un rhéostat d'excitation de la dynamo.

MICROTASIMÈTRE. — Sorte de microphone

employé par Édison pour étudier les petits changements de pression. C'est un disque de charbon entre deux lames de platine, le tout comprimé par une tige rigide que commande une vis micrométrique. L'appareil est placé sur l'une des branches d'un pont de Wheatstone. Les variations de pression ou de résistance sont accusées par le galvanomètre. Le microtasimètre sert aussi de thermoscope.

MOTEUR ÉLECTRIQUE. — Outre les dynamos déjà décrites, qui peuvent servir de moteurs, la société Édison construit des machines spécialement destinées à être employées comme réceptrices, et qui se placent en dérivation sur des circuits généralement à 75 ou à 110 volts. Ces moteurs présentent, suivant leur puissance, deux types qui répondent à des besoins industriels différents, et qui ne sont pas généralement employés dans les mêmes conditions.

Les moteurs de faible puissance (3 à 75 kgm.) conduisent d'ordinaire un seul appareil ou une installation à régime fixe et à travail constant. Ils sont formés d'une armature en anneau à dents, genre Pacinotti modifié (fig. 1107 excités en série, ce qui évite d'avoir à pre

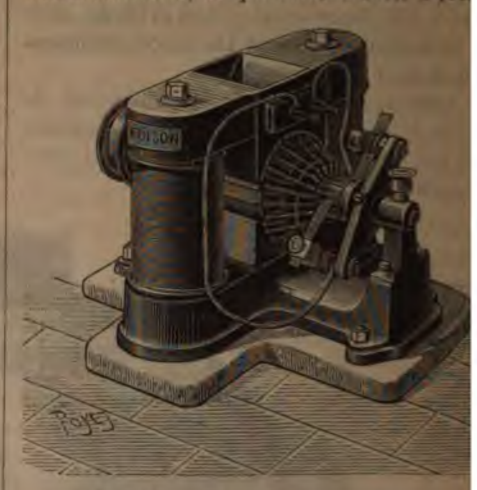


Fig. 1107. — Moteur Édison de 3 à 75 kgm.

les précautions nécessitées ordinairement l'effort brusque du démarrage.

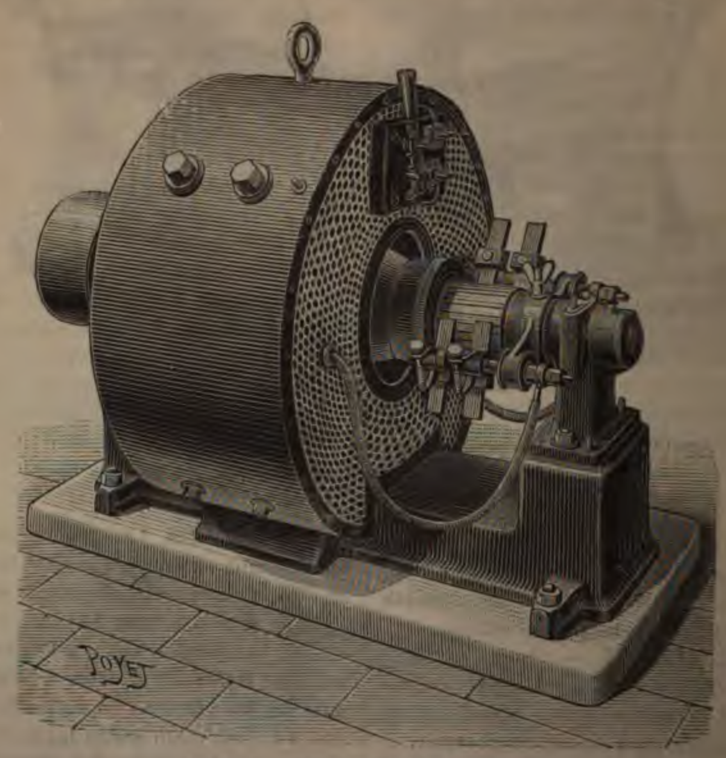


Fig. 1108. — Moteur Edison de 2 à 8 chevaux.

Par exemple, le moteur de 3 kilogrammètres suffit pour conduire une machine à coudre, un ventilateur rotatif pour café, théâtre, etc. Il ne consomme pas plus qu'une lampe de 10 bou (0,75 ampère) et son encombrement total s' que de : 75 sur 120 millimètres et 150 mi

auteur ; il peut donc se placer faci-
vant les besoins, sur la table de la
oudre, dans une cheminée d'appel,
nètre, etc.

n marche est des plus simples et se
en d'un commutateur ordinaire. Si
obtenir plusieurs vitesses, faire va-
ail, il suffit d'ajoindre un rhéostat
, peu coûteux pour des machines
le puissance, permet de graduer la
uis l'arrêt jusqu'au maximum.

tats se prêtent à toutes les disposi-
pour le moteur de 3 kilogrammètres
une machine à coudre, le rhéostat,
a table, est manœuvré par la pédale,
ande donc les mouvements sans
atigue.

urs se construisent également pour
de 75 volts aux bornes.

ème type (fig. 1108) comprend des
s puissants, qui peuvent conduire
ppareils ou machines-outils, dont le
e nombre est variable (ateliers avec
n, etc.). On a donc cherché à rem-
ditions d'un travail industriel, c'est-
ir toujours la même vitesse quelle
charge et un travail consommé pro-
au travail transmis.

nc, que l'on débraye ou embraye des
tesse sera constante, mais l'intensité
, par conséquent la dépense, variera
nellement au travail effectué.

urs, dont la puissance varie de deux
aux, ont pour armature un tambour
linaire de la Cie Continentale Edison,
hamp est excité par une disposition
i à pour effet de maintenir constants
es balais et la vitesse, quelles que
ariations de charge (R. V. Picou). —
sition consiste dans l'emploi de deux
pièces polaires dont la première
née en fil fin, agit comme dans les
rdinaires : la deuxième paire, calée
e la première (dans le sens du mou-
l'armature), est bobinée d'un gros fil
n série sur le courant total, et dont
ortionnel à l'intensité du courant se
vec celui du fil fin pour maintenir
du champ résultant parallèle au
u collecteur sur lequel portent les

en route de ces moteurs n'offre pas
ficultés que ci-dessus et se fait au
commutateur.

, en raison des efforts en jeu, il peut être téméraire de mettre en route la réceptrice avec sa charge et sa vitesse normale constante.

Au moment du démarrage brusque, il y a des chocs dans les transmissions, des glissements considérables de courroie, etc. Il convient d'éviter ces causes de détérioration en munissant le moteur électrique d'un rhéostat dit « de mise en route », qui permet au moteur d'atteindre lentement sa vitesse de régime et d'entraîner progressivement les outils comme une machine à vapeur.

Ces moteurs sont construits très solidement sans partie délicate susceptible d'être faussée, et ne demandent que peu d'entretien.

Moteurs à courants alternatifs. — Ces moteurs doivent être parfaitement synchrones avec la machine qui les alimente, c'est-à-dire faire exactement le même nombre de tours. La difficulté de réaliser cette condition a rendu ces appareils assez rares jusqu'à présent.

MM. Zipernowsky, Déri et Blathy ont imaginé un moteur à courants alternatifs (fig. 1109) qui donne de bons résultats.

La disposition de ce moteur est semblable à celle de la dynamo type A, que nous avons décrite plus haut (fig. 1106).

Dans ces moteurs, le nombre de tours est parfaitement constant, quelle que soit la charge, et ne dépend que des alternances du courant, dont le nombre reste fixe (5000 par minute). La consommation du courant est proportionnelle au débit, sans aucun réglage mécanique, et le rendement atteint toujours 80 p. 100, même avec les petits moteurs. Les inventeurs espèrent arriver à un rendement de 90 p. 100.

Cet appareil n'exige d'autres accessoires que des commutateurs et un rhéostat à la main pour la mise en marche. La manœuvre est extrêmement simple.

Les petits moteurs se disposent, comme des lampes, sur le réseau secondaire alimenté par les transformateurs, tandis que les moteurs plus importants, pouvant recevoir sans danger des courants de haute tension, se placent directement sur la canalisation des dynamos à courants alternatifs. Ces moteurs peuvent donc être utilisés sur toute installation de courants alternatifs déjà existante, sans lui faire subir le moindre changement, d'où il résulte une grande économie.

Des expériences faites à Francfort, par une Commission nommée par la municipalité, expériences renouvelées en France, ont montré que, en faisant brusquement passer l'appareil de la

marche à vide à une charge de 140 p. 100 de la charge normale, l'électromoteur ne subissait aucun ralentissement, non plus qu'aucune accélération lorsqu'on le décharge brus-ment.

Lorsque la résistance opposée à l'électro-

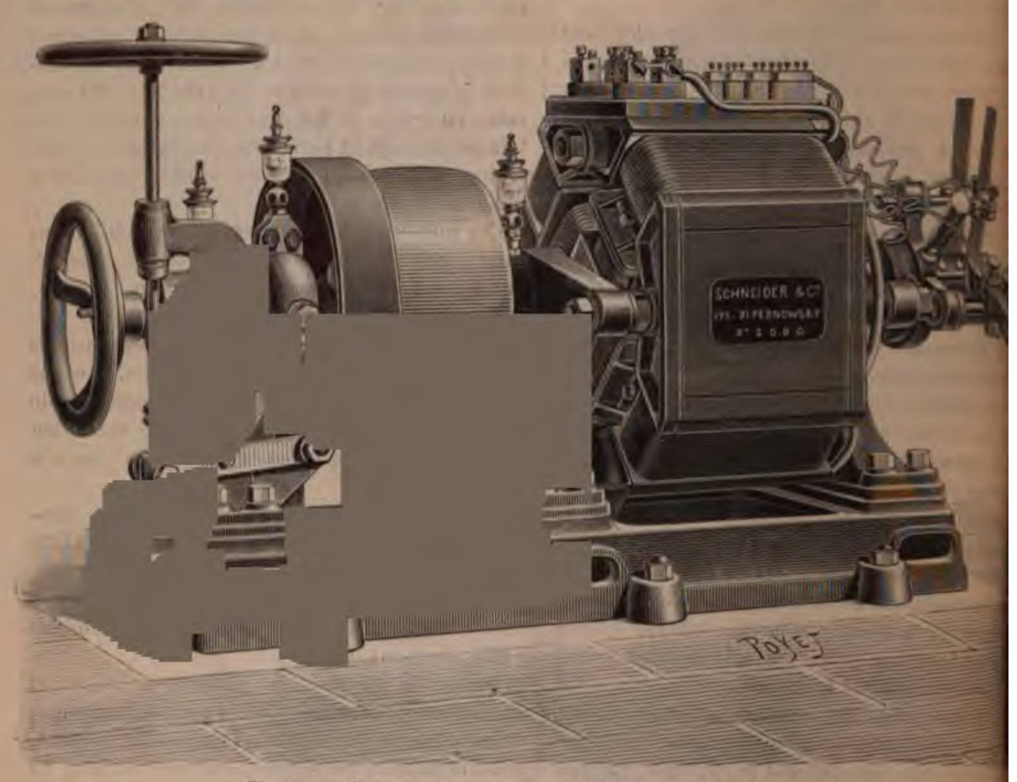


Fig. 1109. — Moteur à courants alternatifs de MM. Zipernowsky, Déri et Blathy.

teur dépasse fortuitement celle qu'il est capable de vaincre, l'appareil s'arrête purement et simplement et n'est exposé à aucun désordre, alors qu'un moteur à courant continu serait mis de service.

O

ORYGMATOSCOPE ÉLECTRIQUE. — M. Trouvé a donné ce nom à un appareil destiné à l'inspection des couches de terrain traversées par les sondes exploratrices.

L'orygmatoscope (fig. 1110) se compose d'une forte lampe à incandescence, placée dans un étui cylindrique, dont une moitié forme réflecteur, tandis que l'autre demi-cylindre est en verre épais et laisse passer les rayons lumineux, qui éclairent vivement les parois du puits dans lequel on plonge l'instrument. La base inférieure du cylindre porte un miroir ellip incliné à 45°, et la base supérieure est L'observateur, armé d'une forte Galilée, peut donc, en se penchant au puits, apercevoir dans le miroir l'ima terrains éclairés par la lampe, qui est de telle sorte que les rayons émis vers sont interceptés.

L'appareil est suspendu à un long contenant deux fils conducteurs, qui s' sur un treuil à tourillons métallique

rillons communiquent, au moyen de tteurs, d'une part avec les conducteurs, de l'autre avec les pôles d'une batterie portative et automatique du même inventeur. On peut

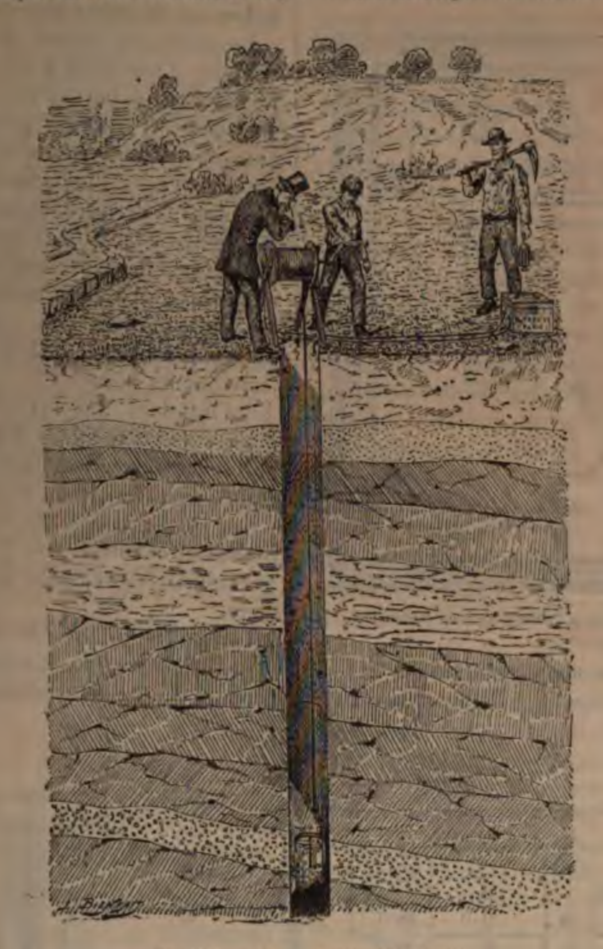


Fig. 1110. — Orygmatoscope électrique.

escendre ou monter l'instrument sans npre l'observation. Jusqu'à 200 ou 300 mètres, on distingue parfaitement les couches de terrain éclairées.

P

IUTEUR. — Commutateur employé par pagnie de l'Ouest pour la manœuvre des électriques. Cette Compagnie emploie 1886 les cloches mixtes décrites page 141, nducteur Postel-Vinay (p. 381).

les postes têtes de ligne, où le courant ucteur ne doit être envoyé que dans une seule direction, ou dans les postes de pleine voie intermédiaires, où le courant doit être envoyé sur la ligne à la fois dans les deux directions, il suffit soit de relier l'inducteur à la ligne et à la terre, soit de l'introduire dans le circuit de la ligne. L'inducteur peut alors être placé dans la cloche même (fig. 164). Mais, dans

les postes à deux ou plusieurs directions, qui doivent diriger le courant à volonté sur l'une

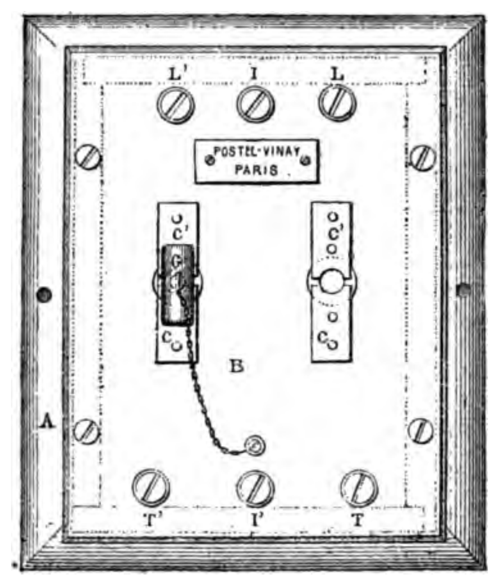


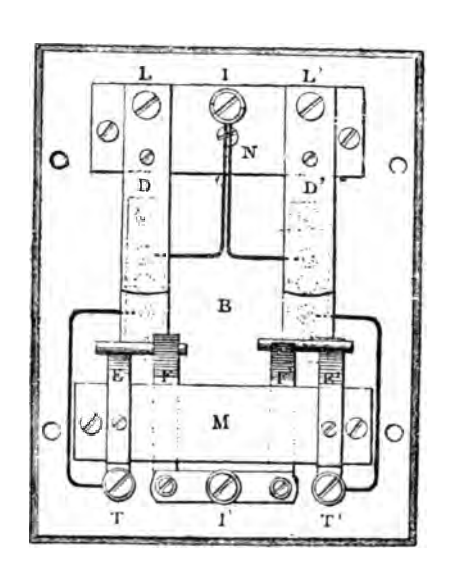
Fig. 1111. — Permuteur à 2 directions (vue extérieure).

ou l'autre des lignes aboutissant au poste, l'inducteur est normalement placé hors du circuit; on l'y introduit au moyen d'un commutat cial, appelé *permuteur*, qui est, suivant à deux ou plusieurs directions.

Le permuteur à deux directions (fig. compose d'une boîte A dont le couvercl à l'extérieur 6 bornes LL', TT', II', reli pectivement, les deux premières aux gnes, les deux suivantes à la terre, et l dernières avec l'inducteur. Sur ce c sont fixées, en outre, quatre lames mét CC', épaisses et isolées, qui peuvent êt nies deux à deux par une clef en cuivr minée par un bouton isolant. Les lame en communication avec l'un des côtés ducteur par la borne I, les lames C terre par les bornes TT'.

A l'intérieur (fig. 1112), la planchett deux ressorts flexibles DD', reliés d'u permanente avec les lignes par les bor et qui, dans la position de repos, vienne puyer sur les lames EE', fixées sur un isolant M, et reliées aux bornes TT'. Da position, les deux lignes sont donc mi terre.

Lorsqu'on enfonce la clef G dans l trous, elle réunit les deux lames CC' pl ce côté, ce qui fait communiquer le p



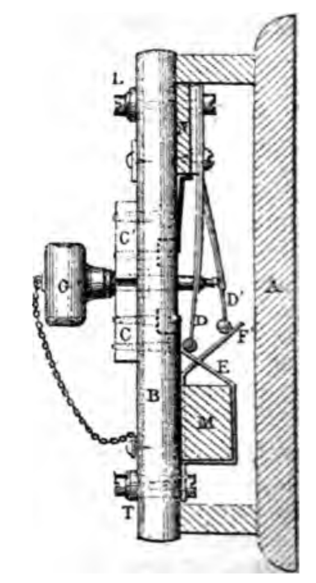


Fig. 1112. — Permuteur à 2 directions (vue intérieure et coupe transversale). (Fig. communiquée par M. Pel Lalu

l'inducteur avec le sol. En outre, l'extrémité de cette clef pousse l'un des ressorts DD', dont la partie inférieure, abandonnant l'une des lames EE', vient toucher l'une des lames FF', qui communiquent avec la borne I' de l'i suite, la ligne correspondante terre et reliée à la borne I' se trouve ainsi intercalée

n voit que ce commutateur est extrêmement ple : une seule manœuvre permet d'établir communications avec la ligne sur laquelle veut expédier un signal, sans qu'on soit gé de supprimer les relations avec les au- côtés. Il en résulte qu'en cas d'oubli dans indications prescrites pour la manœuvre, la ption des signaux n'est pas entravée. En , si l'on a omis de retirer la clef du permu- , le courant reçu passe par la masse de ucteur, pourvu que, suivant les prescrip- s indiquées, on ait replacé la manivelle de ucteur dans la position normale d'attente, -à-dire à droite.

permuteur complète avantageusement tallation des cloches actionnées par un in- eur. Il n'est d'ailleurs pas besoin d'insister les avantages que présentent les inducteurs es piles. Avec les piles, chaque cloche exige 8 éléments Meidinger, ce qui porte la dé- e d'entretien à 50 ou 55 francs par cloche ar an. L'emploi des inducteurs supprime dépense et celle qui est causée par les ts préposés à l'entretien des piles et au ge des cloches. Enfin les piles tiennent coup de place, tandis que les inducteurs ent souvent se loger dans les cloches elles- es.

ONOGRAPHE. — Une curieuse application honographe a été faite récemment dans eignement de la médecine. Au Saint-Tho- Hospital, dans le service du Dr F. Semon, utilisé cet appareil pour noter l'altération voix humaine dans certaines maladies. altérations, qui sont parfois caractéristi- , ont pu être enregistrées très fidèlement l'appareil, qui les a fait entendre ensuite une réunion d'hommes de science. La de la coqueluche a été notamment repro- avec une exactitude parfaite. Il y a là doute un précieux moyen de diagnostic et eignement.

E. — M. Imchenetsky, officier du génie , a inventé en 1889 une pile hydro-élec- e intéressante. Les deux pôles sont formés par une lame de zinc, l'autre par une toile llique sur laquelle on a comprimé un mé- de graphite et de paraffine. L'électrode obtenue est mince, par suite très légère et oûteuse. Le pôle zinc plonge dans une so- d'hyposulfite de soude, le pôle charbon une dissolution d'acide chromique.

pile est formée d'une boîte rectangulaire e par des cloisons poreuses en un certain re de compartiments, contenant alternativement des électrodes positives ou négatives, qu'on monte ordinairement en quantité.

L'acide chromique sert de dépolarisant. La partie la plus originale consiste dans l'emploi de l'hyposulfite de soude, qui, étant plus oxydable que le zinc, absorbe l'oxygène qui provient de la décomposition de l'acide chromique et l'empêche d'arriver jusqu'au zinc, qui n'est ni attaqué ni consommé.

La force électromotrice est 2,15 volts ; la résistance des éléments de grandeur ordinaire 0,6 à 0,7 ohm. Cette pile est très constante ; sa résistance intérieure diminue quand on la ferme sur elle-même pendant un certain temps. D'après l'auteur, les dépenses observées dans des expériences d'éclairage seraient inférieures à celles des éléments Bunsen de 21 p. 100 avec 10 lampes, de 34 p. 100 avec 40 lampes et de 46 p. 100 avec 50 lampes.

Dans cette pile, l'acide chromique est en partie réduit et forme de l'oxyde de chrome, qui se dissout dans l'excès d'acide. L'hyposulfite de soude est transformé en sulfate avec dépôt de soufre. L'acide chromique, qui est le produit le plus coûteux, peut être régénéré en ajoutant de la chaux : l'oxyde dissous se dépose et le chromate de chaux reste en solution. On précipite la chaux par l'acide sulfurique, et l'on a une solution d'acide chromique.

POLYPHONE. — M. Zigang donne ce nom à sa trompette (Voy. Sonnerie) légèrement modifiée, pour permettre à la lame vibrante de rendre plusieurs sons. En posant une pointe mousse sur la plaque, à une distance variable du centre, on obtient des sons de hauteur différente, et, avec un peu d'habitude, on peut jouer un air dont l'étendue ne dépasse pas une octave.

PONT TRANSBORDEUR. — Syn. de pont roulant. M. A. Dujardin, un de nos plus habiles constructeurs du Nord, emploie, dans son atelier de montage des machines à vapeur, un pont transbordeur fort bien agencé.

Ce pont a 20 mètres de portée d'un rail à l'autre ; sa puissance est de 20 tonnes et son poids d'environ 32 tonnes. Il reçoit le courant d'une dynamo compound de 20 chevaux, qui est actionnée par la transmission de l'atelier et donne 110 volts et 105 ampères, à la vitesse de 830 tours par minute. Cette machine reçoit le mouvement au moyen d'une courroie en coton de 100 millimètres de largeur sur 10 millimètres environ d'épaisseur, qui passe sur une poulie de 360 millimètres de diamètre, qu'elle enveloppe sur un arc de 175° environ. Le cou-

rant est amené au pont par deux fils de cuivre de 7 millimètres, qui aboutissent à deux conducteurs de même métal tendus horizontalement au-dessus de l'un des rails. Le pont est muni de deux balais, qui frottent sur ces deux fils pour prendre le courant, et l'amènent à un clavier qui sert à le distribuer aux trois réceptrices produisant les trois mouvements de l'appareil.

Ce clavier porte six touches, disposées sur deux rangs, à des hauteurs différentes; il est placé dans une cabine ménagée en dessous et dans l'axe du transbordeur, à l'une de ses extrémités. D'autre part, chaque réceptrice porte deux paires de balais, dont l'une ou l'autre peut à volonté s'appliquer sur le collecteur, sous l'action de solénoïdes placés en dérivation sur le courant de la génératrice et reliés au clavier. Les deux solénoïdes d'une même réceptrice communiquent avec les deux touches correspondantes des deux rangs du clavier. En appuyant sur l'une ou l'autre de ces touches, on applique sur le collecteur l'une ou l'autre des paires de balais et l'on fait tourner la réceptrice dans un sens ou dans l'autre. Le changement de sens s'obtient donc très simplement.

Des trois réceptrices placées sur le pont, l'une produit le mouvement de translation du pont, la deuxième actionne la chaîne de levage, et la dernière commande le déplacement transversal du treuil sur le pont. Ces machines sont reliées au clavier par des fils de cuivre.

Un rhéostat, formé de fils enroulés en spirale et placé à l'avant du clavier, sert à modifier suivant les besoins la résistance du circuit et à graduer la vitesse des dynamos suivant le poids des pièces à manœuvrer. On peut ainsi ralentir la vitesse pour la mise en marche et pour l'arrêt.

Les réceptrices, construites par M. Dujardin, développent respectivement 6 chevaux pour le montage de la charge, 6 pour la translation du pont, et 3 pour le déplacement du chariot qui porte le treuil.

Tous les déplacements sont produits par des vis sans fin tournant avec une grande vitesse et ajustées très soigneusement. Un arbre, qui traverse le pont dans toute sa longueur, accouple les roues placées aux deux extrémités. Les poutres principales sont en forme de I et reliées ensemble aux deux bouts par de larges goussets, qui assurent la rigidité de leurs assemblages.

Les roues sont garnies de bandages d'acier. Outre les deux roues à boudin, il y a d[...] côté une roue sans boudin, qui est pre[...] de forts ressorts et supporte une part[...] charge.

Quatre forts taquets sont placés au[...] angles du pont, au-dessus des rails. Si [...] sur lesquels sont calés les roues venai[...] rompre, le pont se trouverait soutenu [...] taquets.

Enfin la chaîne de levage est du type o[...] à maillons et à moufle. Elle est dépl[...] une noix à 7 encoches, dont le diamèt[...] tif mesure 350 millimètres.

PORTÉLECTRIQUE. — Appareil im[...] MM. A. E. Dolbear et J. T. Williams [...] transport de la correspondance et d[...] paquets. Ces objets sont introduits [...] transporteur, dont le mouvement est [...] par l'attraction de solénoïdes dans le[...] courant passe pendant un temps très [...]

Le transporteur a la forme d'un cyli[...] miné par des cônes aux deux bouts. Il [...] entre deux rails placés l'un au-dessus [...] dans un même plan vertical, et sur l[...] s'appuie par des galets. Ces deux r[...] versent des bobines de 275 millimètre[...] mètre, distantes de 1,80 m. Le rail sup[...] divisé en fragments isolés de 1,80 m. de l[...] L'une des bornes de la dynamo est re[...] le rail inférieur, l'autre avec un fil [...] parallèle aux rails. Ce fil communi[...] chacune des bobines et de là avec l[...] correspondant du rail supérieur. Le [...] teur, qui a 3,60 m. de longueur, est to[...] contact avec deux sections consécuti[...] voie. A son passage, il lance le coura[...] bobine placée en avant et il le romp[...] son milieu arrive en face de cette bob[...]

Cet appareil, exposé l'année derniè[...] ton, est actuellement à l'essai dans [...] sur une ligne de 900 mètres de longue[...] ligne est disposée en un cycle fermé, [...] ovale, et l'on a accumulé vers les e[...] toutes les difficultés possibles, par exe[...] courbes de très petit rayon et des r[...] 8 et de 11 p. 100. Une petite station [...] placée au milieu de la ligne et trav[...] elle, renferme une dynamo, actionnée [...] machine à vapeur de 20 chevaux, et p[...] le courant qui fait mouvoir le tra[...] Celui-ci met environ une minute et d[...] parcourir toute la ligne, ce qui donn[...] tesse d'environ 10 mètres par se[...]

R

TÉLÉPHONIQUE. — Autorisé par
juillet 1889 à racheter les réseaux
naient à la Société des téléphones,
: en bon état de fonctionnement et
pper, le gouvernement de la Répu-
aise a dû se préoccuper de pourvoir
retard au développement normal de
, afin d'être en mesure de donner
: demande nouvelle d'abonnement.
on actuelle du réseau de Paris a été
ueuse, et l'on a trouvé utile de réunir
les bureaux centraux actuellement
un bureau unique, situé rue Gu-
proximité de l'Hôtel des Postes, et
servir 18000 abonnés. Nous croyons
de faire connaître, d'après l'exposé
u projet de loi présenté à la Cham-
utés le 7 juin 1890, les raisons qui
cette transformation.
au central projeté rue Gutenberg
fils des cinq bureaux actuels du
ris qui seront supprimés. (Avenue
rue Lafayette, rue Étienne-Marcel,
République, rue d'Anjou : ces deux
tiellement.)
lation de ces cinq bureaux est des
ueuses ; l'espace manque, et dans
ux des rues Étienne-Marcel et La-
mment, on a été obligé d'ajouter
u rez-de-chaussée des salles à l'en-
i constitue, en réalité, deux nou-
ux centraux et complique encore le
is présentent les conditions hygié-
lus mauvaises et aucun ne se prête
extension de service, quelque né-
'elle soit. Dans tous les cas, il est
impossible de rester dans ces bu-

part, la nécessité d'installer les bu-
ux dans les locaux appartenant à
tion s'impose ; le matériel d'exploi-
nt de plus en plus coûteux, un ta-
teur multiple pour dix mille abon-
te pas moins de 800000 francs et
usieurs mois pour pouvoir être mis
Qu'adviendrait-il si l'on arrivait à la
our un bureau central ? on pourrait
avoir à subir des exigences que l'impossibilité de déménager forcerait l'administration à accepter.

« Les loyers des cinq bureaux du centre de Paris s'élèvent à 48 250 francs : la construction du poste principal de la rue Gutenberg supprimera cette dépense au moins pour la plus grande partie. On sera toujours obligé de garder dans des différents quartiers des sous-sols où viendront se concentrer les fils d'abonnés pour être conduits au bureau central par des câbles de grand diamètre, mais la dépense sera relativement peu importante. L'économie peut être évaluée à 30000 francs.

« En outre, le développement du réseau téléphonique dans la banlieue de Paris exige, pour que le service puisse se faire dans des conditions normales, que tous les fils qui relieront les réseaux annexes au réseau de Paris aboutissent à un même centre. Aucun bureau actuel ne pourrait matériellement les recevoir ; l'hôtel de la rue Gutenberg est naturellement désigné pour être ce point de concentration.

« Par suite de la suppression des cinq bureaux de quartier du centre de Paris, le bureau de la rue Gutenberg aura tout d'abord un total de 4349 abonnés sur 7900 ; on conçoit quelle simplification du service et quelle promptitude dans l'établissement des communications résulteront, dès le premier jour, de cette réunion de fils d'abonnés pouvant être reliés instantanément sans intermédiaire. Ces avantages seront d'autant plus importants que c'est dans le rayon du nouveau bureau principal, correspondant à peu près à l'ancien Paris, que la correspondance téléphonique est surtout active et que le réseau est appelé à prendre la plus grande extension. Ce sera rue Gutenberg qu'aboutiront la grande majorité des fils sur lesquels le service sera le plus prompt et le plus simple.

« L'installation de ce bureau doit être prévue dans des conditions telles qu'elle puisse faire face au grand développement que l'avenir réserve au service téléphonique. Ce bureau principal installé pour toute la région centrale de Paris, trois grands bureaux seraient encore

établis dans les quartiers éloignés du centre et permettraient de supprimer les sept derniers bureaux de quartiers qui existent aujourd'hui.

« Pour donner satisfaction dans le plus bref délai possible aux demandes légitimes du public, l'administration se propose d'entreprendre sans délai les travaux d'installation du bureau principal de la rue Gutenberg. La construction coûtera environ 800000 francs, conformément à l'avant-projet dressé par l'architecte de l'administration. L'administration demande pour 1890 un crédit de 400000 francs; elle ne pense pas qu'il soit possible cette année d'engager une dépense plus considérable, mais elle estime qu'il est indispensable de commencer les travaux immédiatement pour arriver le plus tôt possible à la réorganisation du service.

« Pour amener à ce nouveau bureau les câbles téléphoniques en nombre suffisant, il sera nécessaire de construire aux alentours de la rue Gutenberg des passages souterrains nouveaux et d'agrandir ou approprier les égouts de la Ville de Paris, qui seront insuffisants dans une partie de leur parcours. La dépense à faire pour cet objet est estimée à 2500000 francs.

« La Ville de Paris doit cette année reconstruire l'égout de la rue Montmartre. Après entente avec ses ingénieurs, il a paru possible de conduire les travaux de telle sorte qu'on puisse à la fois donner satisfaction aux besoins du service téléphonique et de la voirie.

« Ces travaux doivent être faits avant la fin de l'année 1890. Il serait nécessaire d'affecter une somme de 300000 francs, comme part des dépenses à porter au compte des téléphones.

« La dépense totale engagée pour la réinstallation du réseau de Paris, en 1890, serait de 700000 francs.

« Pour l'exécution de l'ensemble du projet qui a été étudié, la dépense sera payée, autant que possible, au moyen des ressources ordinaires du budget annexe du service téléphonique. »

En même temps, le gouvernement s'est préoccupé d'améliorer les réseaux de province et d'assurer aussi leur développement.

« Parallèlement au développement du réseau de Paris, il y a à prévoir l'extension des réseaux rachetés dans les départements.

« Deux de ces réseaux sont souterrains, ceux de Lyon et de Bordeaux. L'établissement des lignes des nouveaux abonnés y entraîne également une dépense qui peut être évaluée d'après les mêmes bases que pour Paris, sa le prix de la main-d'œuvre, lequel est moins élevé.

« En admettant pour 1890 une pr d'augmentation de 10 p. 100 dans le des abonnés de ces réseaux, qui était en 1889, l'augmentation à prévoir est abonnés environ. A raison d'une moyenne réduite à 1100 francs par abo dépense engagée sera de 132000 francs.

« D'un autre côté, depuis la reprise seaux de la Société des Téléphones, l'A tration des Postes et des Télégraphe constater que la plupart de ces résea les départements avaient été laissés abandon à peu près complet.

« Pour quelques-uns d'entre eux, c tamment de Lyon, Bordeaux et Marse sont les plus importants, l'installatio rielle des lignes et des postes est à r entièrement, si l'on veut se mettre en d'assurer à ce service téléphonique tionnement répondant aux exigences du public. Cette mise en état de bon nement des réseaux des département nera une dépense qui, pour les réfec plus urgentes, s'élèvera, d'après les av jets établis par le service de la cons à 198000 francs.

« Ces travaux doivent être comme médiatement si l'on veut en tirer un p lement utile. »

Enfin l'Administration des Postes et graphe s'est occupée également des d que présente la fourniture de certain du matériel spécial qu'elle emploie po vice téléphonique. Ce matériel comp tamment des câbles à enveloppe par dont la fabrication est difficile et exige de plusieurs mois. L'administration prévu la nécessité d'avoir en magasin serve d'au moins 45 kilomètres de câbl ble fil et 30 kilomètres de câble à 1 sont les plus employés.

Tout récemment (janvier 1891), le mi commerce vient d'autoriser la créatio renton (Seine), d'un réseau annexe a téléphonique de Paris. Le montant l'abonnement principal au réseau loc à 150 francs.

Le ministre a également approuvé vention intervenue entre l'État et la Corbeil (Seine-et-Oise) pour l'établissem communication téléphonique interurb cette localité et Paris.

:ation d'un réseau téléphonique urbain s vient d'être décidée. Le montant an- l'abonnement principal à ce réseau est 0 francs.

ıistre a enfin approuvé une convention ur objet la création d'un réseau télé- ; à Màcon.

;cemment encore (février 1891), le mi- ı commerce a décidé la création d'un nnexe au réseau téléphonique de Paris -sur-Seine et à Issy (Seine). Le réseau ›mprendra en outre la commune de

›ntant de l'abonnement principal est) francs pour Neuilly et à 150 francs ·-Vanves.

lue du réseau de Charenton, primiti- imitée au périmètre de cette commune, ıra les communes de Saint-Maurice, ille et de Maisons-Alfort, et le mon- abonnement principal à ce réseau sera ıncs.

istre du commerce a, en outre, ap- 'établissement d'une communication que entre Troyes et Paris, et la créa- réseau téléphonique à Roanne (Loire). nt annuel de l'abonnement principal ernier réseau est fixé à 200 francs.

: des réseaux téléphoniques français au 1er juin 1890.

	Limoges.
	Lyon.
ères.	Marseille.
x.	Nancy.
;-sur-Mer.	Nantes.
	Nice.
	Oran.
	Paris.
ue.	Reims.
	Roubaix-Tourcoing.
s.	Rouen.
:.	Saint-Étienne.
	Saint-Quentin.
;.	Troyes.

téléphonique militaire. — La place 'ient d'être munie d'un réseau télépho- itaire très bien disposé. Ce réseau a sé pour la première fois en 1881 ; il ›ité par le département de la guerre, outre de l'entretien des lignes ; mais ı des appareils avait été confié à la e belge du téléphone Bell.

ıu a été réorganisé tout récemment utenant André. Les appareils primi- e répondaient pas aux exigences d'un service militaire, ont été remplacés par des microphones Dejongh (Voy. page 528) et par des téléphones Goffart. Le poste central, placé à la caserne de la Compagnie des télégraphistes et artificiers du génie, à Borgerhout, est en communication avec tous les bâtiments militaires et les casernes situés à l'extérieur de l'enceinte, avec tous les forts du camp retranché, disséminés sur une très grande superficie de terrain, et les dépôts militaires, dont quelques-uns sont très éloignés de la ville.

Les communications sont établies au moyen d'une table centrale de soixante numéros, placée au poste central, et de soixante postes téléphoniques. La table centrale, construite sur les indications du lieutenant André, devait être contenue dans un meuble élégant et satisfaire aux conditions suivantes :

1° Le bureau central doit pouvoir desservir un réseau à simple fil ou à double fil sans aucune modification;

2° Il doit être complètement à l'abri des effets de la foudre ;

3° Il doit être disposé de façon à renforcer la puissance de la voix, en éliminant automatiquement du circuit des postes en communication tous les avertisseurs d'appel et les remplaçant par un avertisseur spécial, construit de manière à atténuer les effets de l'induction ;

4° Il doit être pourvu de magnétos à pédale et de téléphones serre-tête, afin que l'employé du bureau central ait toujours les mains libres, d'une sonnerie d'alarme pour les appels de nuit, fonctionnant automatiquement dès qu'un avertisseur vient à tomber ;

On doit en outre : 5° Provoquer aux deux postes correspondants des sonneries spéciales automatiques au moment de l'ouverture et de la rupture des communications ;

6° Réduire au minimum les opérations nécessaires pour la mise en communication ;

7° Rendre automatique la mise en place des fiches de communicatien.

8° Pouvoir employer indifféremment les appels magnétiques ou par piles.

9° Garantir d'une façon absolue le secret des communications, de sorte qu'il devienne impossible de greffer un récepteur sur le circuit des deux postes en correspondance.

Tous ces desiderata ont été réalisés. Les bornes des fils de lignes, placées à la partie supérieure de la table, sont toutes munies de parafoudres Van Rysselberghe (Voy. page 561). Chaque ligne possède un avertisseur d'appel. Les communications sont établies au moyen de jack-

knives combinés d'une façon spéciale, et dont les fiches sont reliées deux à deux par des cordons souples munis de poulies et de contrepoids, produisant leur mise en place automatiquement après la rupture des communications.

Lorsque deux postes sont mis en rapport, leurs avertisseurs sont éliminés automatiquement et remplacés par un avertisseur unique servant en même temps à prévenir que la conversation est terminée, et qui est construit d'une façon spéciale pour diminuer les effets de l'induction et par suite renforcer la voix des interlocuteurs.

Une disposition toute nouvelle permet d'avertir les deux postes automatiquement du moment précis de l'établissement et de la rupture des communications : cet avertissement est produit par un coup de sonnette spécial.

La table centrale possède en outre deux postes récepteurs composés d'un microphone Dejongh, un téléphone simple Goffart, un téléphone serre-tête, un bouton d'appel pour sonnerie par pile, une sonnerie magnéto à pédale. Le bureau central peut appeler à volonté avec l'une quelconque des deux sonneries, ce qui offre une garantie en cas de dérangement d'un des deux appareils. Trente éléments Leclanché desservent les deux sonneries.

En déplaçant une manette, l'employé du bureau central peut actionner une forte sonnerie d'alarme, mue par la chute du clapet d'un avertisseur de fin de communication.

Les jack-knives et les fiches sont disposés de manière à isoler le bureau central des deux postes en communication, ce qui assure le secret des conversations.

Les postes microtéléphoniques employés sont très solides, indéréglables, et construits de façon à préserver tous les appareils délicats, tels que sonneries, téléphones, microphones, de la curiosité et de la malveillance. Ils ont comme transmetteur un microphone Dejongh, protégé par un treillage en fil de fer. La sonnerie magnéto-call est également enfermée dans une cage en fil de fer. Les téléphones-montres sont à boite de nickel et à pavillon d'ébonite. Ils sont très résistants et ne peuvent être démontés que par des outils spéciaux, que possède seul le vérificateur. Une cage grillée, placée à la partie supérieure, renferme un paratonnerre Van Rysselberghe, une sonnerie trembleuse qui sert de signal pour le commencement et la fin des conversations, un commutateur et les bornes d'attache des lignes.

Le microphone est actionné par un élément Leclanché grand modèle, à zinc circulaire, placé dans une boite formant pupitre à la partie supérieure. Les portes sont pourvues de serrures solides et incrochetables.

Tous les appareils fonctionnent, depuis le 1er août 1890, d'une façon très satisfaisante. (Voy. *Bulletin de la Société belge d'électriciens*.)

RETAILLAGE ÉLECTRIQUE. — Le retaillage des limes et des fraises, très difficile par les procédés mécaniques à cause de leur dureté, se fait très facilement par l'électricité.

On fait un bain avec de l'eau distillée, additionnée d'acide azotique à 40° et d'acide sulfurique à 66° en proportions égales, et l'on fait passer dans ce bain le courant d'une pile de Bunsen, en prenant pour électrode positive une baguette de charbon et pour électrode négative l'outil à retailler. Chaque pointe usée se recouvre d'une bulle d'hydrogène, qui la protège contre l'attaque du bain fortement acide. L'opération dure de dix à vingt minutes. De temps en temps, on retire l'outil du bain, on le lave à grande eau et on le passe à la brosse pour enlever les parties attaquées, puis on le replace dans le bain, si l'opération n'est pas terminée. L'amincissement produit par ce retaillage est très faible, de sorte qu'on peut le recommencer un plus grand nombre de fois qu'avec les procédés ordinaires. On peut traiter une centaine d'outils par jour avec une dépense d'environ dix francs.

RHÉOSTAT MÉDICAL. — Le Dr Gaertner a présenté récemment à la Société de médecine de Vienne un rhéostat destiné aux usages médicaux et qui donne une très grande résistance sous un petit volume.

Ce rhéostat est formé de disques en porcelaine poreuse, ayant 5 millimètres de diamètre et 1 millimètre d'épaisseur, et dont les pores sont imprégnés de charbon végétal formant comme une éponge fine. On peut faire varier la résistance des disques en graduant la quantité de charbon introduit. L'opération est faite au rouge blanc, de sorte que l'échauffement produit ensuite par des courants, même très intenses, n'a aucun inconvénient.

Les disques ainsi préparés sont empilés les uns sur les autres et séparés par des disques de laiton ; le tout est placé dans un tube cylindrique fendu et fortement serré par une vis, puis l'on coule de l'asphalte dans le tube pour maintenir le rhéostat et le protéger. La colonne comprend cinquante disques.

La fente du tube laisse passer une série de becs appartenant aux disques de laiton. Ces

borne est fixée à l'une des extrémités de la colonne; l'autre est reliée à un curseur qui glisse sur les becs de laiton, et permet de faire varier le nombre des disques de charbon intercalés dans le circuit. Une échelle placée le long de la fente indique la résistance. La résistance des disques peut être la même ou varier d'un bout à l'autre de la colonne. La résistance totale peut dépasser 200 000 ohms.

S

SONNERIE ÉLECTRIQUE. — Lorsque les appels de sonnerie se produisent fréquemment, le bruit de la trembleuse devient fatigant à entendre; un seul coup frappé sur le timbre suffirait dans la plupart des cas, et l'on pourrait, en frappant deux, trois... coups séparés, obtenir des signaux de convention.

Nous avons indiqué plus haut le moyen de transformer une sonnerie ordinaire pour arriver à ce résultat.

M. G. Bénard vient d'imaginer un modèle fort simple, spécialement destiné à ne donner qu'un seul coup, et disposé de façon que le marteau frappe énergiquement le timbre. On conçoit en effet que, si le signal se compose d'un coup unique, il faut que ce coup soit assez fort pour appeler l'attention de la personne à laquelle il s'adresse, et que ce résultat doit être obtenu sans employer un nombre de piles exagéré.



Fig. 1113. — Mécanisme de la sonnerie électrique à un coup.



Fig. 1114. — Sonneries électriques à un coup.

Dans ce but, il fallait donner au marteau et à l'armature qui l'actionne une force vive suffisante. Le marteau est indépendant de l'armature et fixé à l'extrémité de la plus longue branche d'un levier coudé, dont l'autre branche est commandée par l'armature (fig. 1113) : le déplacement est amplifié par cette disposition. L'électro-aimant est vertical et l'armature est située au-dessus de lui; elle est articulée à l'extrémité d'un montant vertical, qui la réunit avec la culasse et par suite avec le noyau de l'électro-aimant. Le tout est en fer doux, et forme, au moment du passage du courant, un aimant complexe dont les pôles sont, l'un dans l'armature, l'autre à l'extrémité supérieure de la bobine. L'armature est donc attirée très énergiquement : en s'abaissant, elle appuie sur la petite branche du levier coudé et soulève le

marteau, qui vient frapper le timbre placé au-dessus de la boîte. Quand on interrompt le courant, le marteau retombe par son poids; la petite branche du levier coudé soulève l'armature et la ramène à sa position de repos. Il n'y a donc pas besoin de ressort antagoniste; par suite l'appareil est indéréglable, et l'on évite l'inconvénient résultant de la résistance croissante opposée par le ressort à l'attraction de l'armature.

La figure 1114 montre deux modèles de cette sonnerie. Le premier, destiné aux appartements, est monté sur bois et porte un timbre en acier de 15 centimètres. Le second est plus grand et sert pour les hôtels, usines, châteaux, maisons de campagne, etc. Le mécanisme est monté sur métal et muni d'un abri en fonte. Le timbre, en acier bleui ou nickelé ou en bronze, a d'ordinaire un diamètre de 25 à 30 centimètres; 5 ou 6 éléments au bioxyde de manganèse suffisent pour actionner un modèle du même genre, muni d'un timbre de 50 centimètres, qui s'entend à une très grande distance.

Le premier modèle de la figure précédente convient très bien pour la répétition électrique des heures à distance.

Bouton d'appel lumineux. — Le même constructeur a modifié le bouton d'appel ordinaire de manière à rendre lumineuse une inscription placée sur sa surface, au moment où l'on va sonner. Lorsqu'on est dans l'obscurité ou lorsque les boutons d'appel sont placés dans un endroit sombre, cette disposition permet d'éviter les erreurs. Du reste, un commutateur placé sur le circuit permet de l'utiliser seulement lorsque c'est nécessaire, pour ne pas user la lampe et les piles inutilement.

L'inscription est tracée sur papier transparent et placée derrière deux ouvertures pratiquées dans le couvercle du bouton. A l'intérieur sont placées trois paillettes, au lieu de deux que renferment les appareils ordinaires. En appuyant sur le bouton, on presse d'abord la première paillette sur la seconde, ce qui ferme le circuit d'une petite lampe à incandescence placée dans l'intérieur et qui éclaire l'inscription. Si l'on continue à appuyer, la seconde paillette rencontre la troisième et ferme le circuit de la sonnerie.

La lampe peut être alimentée par les mêmes piles que la sonnerie, si l'on emploie des éléments à grande surface.

SONNETTE ÉLECTRIQUE. — Nous ne voulons pas parler ici des sonnettes d'appartement décrites au mot SONNERIE, mais d'une application de l'électricité à l'appareil bien connu qui sert à enfoncer les pieux dans le sol.

On sait que l'appareil ordinairement employé à cet usage se compose essentiellement d'un treuil à bras et d'un mouton en fonte pesant 500 à 600 kilogrammes. Quatre hommes élèvent péniblement la masse de métal, qui, arrivée au sommet de sa course, se détache automatiquement de la corde du treuil et vient tomber sur la tête du pieu, avec un bruit qui fait trembler tous les alentours, d'où le nom de sonnette.

MM. Darblay, fabricants de papiers à Essonne, dont l'usine repose sur un emplacement dans lequel on ne trouve un terrain solide qu'à 10 ou 12 mètres de profondeur, ayant eu souvent besoin de pilotis, ont songé à substituer l'électricité au travail musculaire pour la manœuvre du treuil, afin de rendre la besogne moins pénible et moins coûteuse. Ils emploient pour cela une des dynamos qui servent le soir à l'éclairage et qui sont ordinairement sans emploi pendant le jour. Un fil de quelques millimètres de diamètre conduit le courant à la dynamo réceptrice, qui est appliquée au pignon de commande du treuil.

Grâce à l'emploi de l'électricité, l'ouvrage se fait beaucoup plus vite, avec moins de dépense et moins de fatigue pour les hommes.

STATION CENTRALE. — Nous ajouterons aux descriptions données plus haut quelques détails sur des stations récemment établies ou actuellement en voie d'installation.

Station de Deptford. — La *London Electric Supply Corporation* installe actuellement à Deptford une usine extrêmement importante, qui doit faire usage de courants d'une force électromotrice considérable. Deux dynamos de 1500 chevaux sont déjà installées : une seule est en service et fonctionne depuis novembre 1889. A ces deux machines doivent s'en ajouter deux autres, de 10000 chevaux, qui sont actuellement en construction à la station même. Ces deux dynamos nécessiteront une installation gigantesque, notamment un arbre de couche pesant 27 tonnes et un volant de 12,60 mètres.

Cette usine concourt actuellement avec celle de Grosvenor-Gallery à l'éclairage du West-End de Londres, dont elle sera seule chargée après son achèvement; la station de Grosvenor-Gallery devant être abandonnée à l'automne prochain, les deux dynamos de 2400 volts qui s'y trouvent seront alors ramenées à Deptford et utilisées comme réserve.

L'éclairage du West-End comprend 38000 lampes, dont 33000 étaient primitivement alimentées par l'usine de Grosvenor-Gallery, et dont le service se partage maintenant entre cette usine et celle de Deptford. De cinq heures du matin jusque vers la tombée de la nuit, la station de Grosvenor est seule employée à desservir ce réseau; à partir de ce moment jusqu'à minuit, les deux usines marchent simultanément; enfin, de minuit à cinq heures du matin, la station de Deptford fonctionne seule; elle prolonge même souvent son service jusqu'à une ou deux heures de l'après-midi, l'autre servant seulement de secours.

Le point intéressant de cette installation, c'est l'emploi qui doit être fait, lorsqu'elle sera terminée, de différences de potentiel de 10000 volts. La difficulté consistait dans ce cas à trouver des câbles capables de transporter sans accident un courant de haute tension. Ces câbles, que nous décrirons plus loin, seront construits sous la direction de M. Ferranti.

En attendant l'achèvement de la station, on emploie entre Deptford et Charing-Cross des câbles provisoires, provenant d'une fabrication spéciale, et qu'on supposait capables de transmettre temporairement le courant de 10000 volts. Des essais préliminaires ont montré que cette condition n'était pas remplie; on a dû par suite réduire de moitié la différence de potentiel, et l'on s'est arrêté actuellement à un système ingénieux, grâce auquel la tension totale du courant transmis par les câbles est de 5000 volts, quoique la différence de potentiel entre le câble et la terre soit maintenue à 2400 volts.

Les câbles Ferranti, qui doivent faire partie de l'installation définitive, sont construits dans une usine spéciale établie à Deptford et qui fabrique environ deux milles (3,2 kilom.) de câble par semaine. Ils sont constitués par un petit tube en cuivre fort entouré d'une couche isolante et introduit dans un second tube de cuivre mince, recouvert d'une seconde enveloppe isolante. Le tout est protégé par une gaine d'acier.

Ces câbles sont fabriqués par longueurs de six mètres. Le tube central de cuivre, qui a 1,56 cm^2 de section, est coupé à la scie circulaire sur cette longueur. Chaque fragment de tube est ensuite porté sur la machine à couvrir, où il reçoit un mouvement de rotation assez lent, qui permet de le recouvrir successivement de six ou sept feuilles d'un papier isolant spécial.

Ce papier est préparé par une autre machine. Il passe d'abord sur des plaques de fonte fortement chauffées, où il perd toute trace d'humidité, puis il est plongé dans un bain de cire fondue où il s'imprègne de cette substance. Il est ensuite séché et coupé, puis appliqué sur le tube de cuivre.

Le tout est introduit ensuite dans le second tube de cuivre, qui a même section que le premier, mais qui est plus mince, son diamètre étant plus grand, et passé ensuite à la filière pour obtenir l'adhérence nécessaire. On recouvre ensuite d'une seconde couche de papier ciré, avec les mêmes précautions, et l'on insère le câble dans la gaine d'acier, qui est percée d'un petit trou par lequel on refoule de la cire chaude ou du bitume, qui chasse l'air et produit sur toute la longueur un excellent contact entre le second enduit isolant et l'étui d'acier.

Les fragments de câbles de 6 mètres doivent être ensuite réunis en un conducteur continu par des joints d'une solidité parfaite. Les extrémités de ces fragments sont disposées de manière à faciliter le raccord. L'une de ces extrémités a la forme d'un cône saillant de 15 centimètres de longueur, obtenu sur un tour spécial; l'autre présente un cône creux ayant exactement les mêmes dimensions que le premier.

Le premier bout porte en outre une tige de cuivre bien dressée, de 45 centimètres de longueur, enfoncée à frottement dur dans le tube central, qui est lui-même alésé avec soin, pour établir un bon contact. Cette tige dépasse l'extrémité du cône. Enfin la même extrémité porte un manchon de cuivre mince, appliqué sur la seconde couche isolante, qui est mise à nu sur une certaine longueur. Ce manchon est fixé sur l'enduit isolant par une sorte d'estampage qui produit trois rainures circulaires, de manière à assurer un bon contact.

Pour faire un joint, on introduit le bout pointu d'un fragment de câble dans le bout creux de la dernière longueur posée, après avoir engagé sur celle-ci un couvre-joint que nous décrivons plus loin.

La tige de cuivre du premier pénètre dans le tube central du second, et les deux cônes, parfaitement dressés et alésés, s'appliquent exactement l'un sur l'autre. On exerce une forte pression à la presse hydraulique, puis on chauffe, afin de faire adhérer complètement les surfaces en contact. En même temps, le manchon de cuivre fixé au bout pointu du fragment qu'on veut poser vient recouvrir la seconde couche isolante du bout déjà posé : on

l'y fait adhérer par un estampage analogue au premier.

On ramène ensuite sur le joint le couvre-joint dont nous avons parlé, qui se compose d'un cylindre en papier ciré et d'un tube en acier; on refoule dans le joint de la cire chaude ou du bitume, et l'on fixe les deux extrémités du couvre-joint par estampage.

Chaque bout de câble est essayé sous une tension de 18500 volts. Les essais sont très satisfaisants; en outre le câble peut être tordu et plié sans inconvénient. La station de Deptford semble donc devoir atteindre le but spécial pour lequel elle a été créée.

Le câble est déjà installé entre la station du chemin de fer de Deptford et le pont de Londres : il est placé sur le parement du mur de soutènement, de façon à se trouver hors de la portée du public, tout en restant d'un accès facile pour les ouvriers. Entre la station du chemin de fer et l'usine, la pose du câble, actuellement en cours, se fait en tranchée. La Compagnie pense faire de même entre le pont de Londres et Charing-Cross, mais la question n'est pas encore résolue, l'administration des postes craignant l'influence de ces câbles sur les conducteurs télégraphiques.

Station centrale de Nancy. — Cette station, exploitée par la Compagnie nancéenne d'électricité, fonctionne seulement le soir, depuis environ une heure avant le coucher du soleil jusqu'à deux heures du matin.

Elle comprend trois groupes de chaudières inexplosibles (2 Belleville, 2 Ménier, 1 Babcox et Wilcox), alimentant trois machines Armington et une machine Corliss. Les trois premières actionnent une transmission établie dans toute la longueur de l'usine et commandant toutes les dynamos, sauf une des dynamos Ferranti, qui est mue par la machine Corliss.

Les machines électriques alimentent deux réseaux distincts, l'un à haute tension (2400 volts), l'autre à faible tension (100 volts). Le premier est desservi par deux dynamos Ferranti, à courants alternatifs, de 150 chevaux. Le second est alimenté en partie par un courant continu fourni par deux machines Edison, en partie par des courants alternatifs à faible tension, dus à une machine Ferranti. Le courant de cette dernière passe dans un transformateur situé à l'usine même, et le fil secondaire sort seul de la station. Cette disposition n'est que provisoire; elle est destinée à utiliser une partie du réseau à courant continu, que les dynamos Edison n'arrivaient plus à desservir complètement.

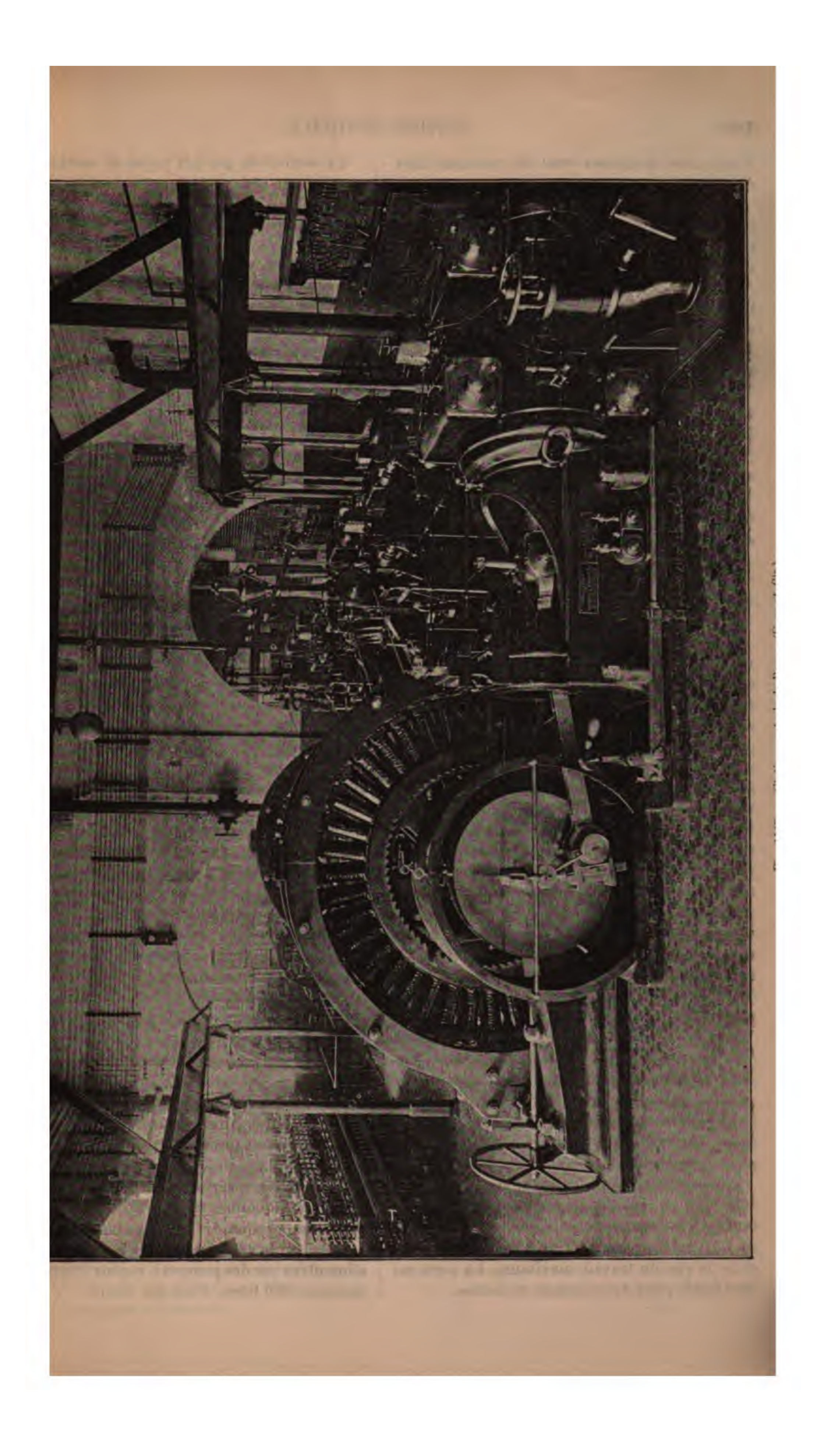
La canalisation pour les courants altern
est constituée par deux réseaux de câbles
centriques, dans lesquels l'âme conductric
isolée au caoutchouc, puis recouverte d
gaine de plomb, protégée à son tour par
enveloppe isolante et une armature de
L'isolement est assez bon pour permettr
placer ces câbles dans la terre, sans caniv
Un regard avec pièce de raccord a été m
à un point où les deux circuits primaire
croisent, ce qui permet, en cas d'accide
trouver facilement la partie endommagé
l'isoler, et d'alimenter le reste du réseau
raccordement. Le théâtre est desservi pa
deux réseaux : un accident arrivé à l'un
ne produirait donc qu'une extinction parti
à laquelle on remédierait rapidement.

Les transformateurs sont placés che
abonnés et enfermés de telle sorte que les
ducteurs secondaires pénètrent seuls dan
locaux à éclairer. La consommation est
surée par les compteurs Borel, décrits
haut.

La canalisation pour le courant contin
faite à trois fils, à l'aide de feeders. Ell
constituée par des câbles isolés, disposés so
chaussée des rues, dans un triple caniv
ciment. Après la pose, on coule dans ces
veaux un mélange de paraffine, de goudr
de résine, qui les remplit complèteme
assure une isolation parfaite. Des reg
placés de distance en distance, servent à
blir les prises de courant. Les feeders for
deux lignes principales, dont chacune est
servie par un groupe de machines. Les p
de consommation les plus éloignés sont à e
ron 800 mètres de la station. La perte en
à pleine charge est de 8 à 10 p. 100. L'é
rage se paye presque toujours à forfait.

Station centrale de Rome. — Cette statio
une des plus considérables qui existent. El
été fondée par la *Società Anglo-Romana per*
luminazione di Roma col Gas ed altri Sist
mise en exploitation à l'automne de 1886
est munie de machines du système Zi
nowsky, Déri et Blathy.

Cette station comprennait d'abord deux
chines à courants alternatifs de 80000 w
(2000 volts × 40 ampères), accouplées dir
tement avec des machines à vapeur spéci
de 125 chevaux. L'usine fut bientôt ag
reçut successivement quatre machi
320000 watts (2000 volts et 160 ampères)
fig. 1106), accouplées directement avec qu
machines à vapeur compound de 300 chev



Toutes ces machines sont à courants alternatifs.

En outre, trois dynamos type ▵ (Voy. fig. 1102) servent à entretenir le champ magnétique des grandes machines ; les deux petites sont auto-excitatrices.

Quatorze chaudières tubulaires inexplosibles, d'une force de 164 chevaux chacune, alimentent les moteurs à vapeur.

Pour plus de commodité, la station a été installée en dehors de la ville, à proximité du Tibre et près des ruines du Colisée. Elle occupe un bâtiment d'environ 1500 mètres carrés, qui fait suite à l'usine à gaz. Elle peut alimenter jusqu'à 24000 lampes de 16 bougies ; celles qui sont installées actuellement équivalent à 17000 lampes de cette puissance ; il y a notamment 220 lampes à arc de différentes grandeurs.

La figure 1115 représente l'intérieur de la station : on voit au premier plan l'une des dynamos de 320000 watts et le moteur de 500 chevaux qui l'actionne.

Le courant primaire est distribué dans la ville par trois câbles concentriques, c'est-à-dire contenant les deux conducteurs, dont l'un forme l'âme conductrice et l'autre constitue une couche concentrique, séparée du premier par une enveloppe isolante. Ces câbles principaux ou feeders ont une section de 2 × 220 millimètres carrés chacun. Cette division de la ligne en trois parties évite la difficulté de fabriquer et de poser des câbles de grande section ; de plus, les inconvénients résultant d'une rupture ou d'un accident sur l'un des câbles se trouvent beaucoup moins graves que si le courant total était transporté par un câble unique. Ces trois câbles sont réunis au tableau de distribution de l'usine et alimentés par des machines couplées parallèlement. Les conducteurs de distribution sont branchés sur ces feeders.

Toutes les machines, tant les grandes entre elles que les petites avec les grandes, sont couplées parallèlement, malgré les différences que présentent leur construction et leur nombre de tours, qui est de 12 pour les grandes et de 250 pour les petites. On met en marche une ou plusieurs machines, suivant la consommation.

La force électromotrice du courant est de 1950 volts ; à cause de la perte dans les conducteurs, la différence de potentiel n'est plus que de 1750 volts en arrivant aux transformateurs, dans le cas du travail maximum. La perte est plus faible pour des courants moindres.

La société du gaz fait payer 80 centime heure pour chaque lampe à arc, et 8 cent pour chaque lampe à incandescence.

Station centrale de Marienbad. — Cette sta qui assure depuis le 30 mai 1889 l'écla électrique de Marienbad, a été construite p ville elle-même, propriétaire de l'établisse thermal, et qui l'exploite pour son propre co On avait compté à l'origine sur une consom tion de 35 régulateurs de 12 ampères, 14 pes à incandescence de 16 bougies et 10 de 32 bougies pour l'éclairage p 1200 lampes à incandescence pour l'é privé. Mais, durant l'exécution des d'installation, les demandes affluèrent part des particuliers en si grand nombre dut songer immédiatement à agrandir et à ajouter un quatrième groupe de m et de chaudières aux trois groupes projeté mitivement.

Le bâtiment qui renferme les appareils caniques et électriques est situé sur le te de la gare, à 2 kilomètres environ de Ma bad : il se compose d'un bâtiment en bri élevé seulement d'un rez-de-chaussée et une surface de 600 mètres carrés. Ce bâti est divisé en deux parties par une cloiso première renferme les machines, la second chaudières.

Cette usine contient quatre machines triques, actionnées directement par des chines à vapeur. Les machines à lumière des dynamos à courants alternatifs du sys Zipernowsky, à excitatrices séparées, puissance de 50000 watts chacune. Elles 500 tours par minute et exigent chacune ron 80 chevaux-vapeur. L'une d'elles se rechange. Elles sont actionnées par des m nes à vapeur Westinghouse, auxquelles sont réunies directement par des manc d'accouplement flexibles.

L'excitation est produite par trois dyna courant continu, dont une sert encore d change. Elles ont une puissance de 3000 chacune et sont actionnées par les machi vapeur au moyen de courroies, réglables à d'appareils spéciaux de tension.

La vapeur est produite par quatre chau de la maison Ringhoffer, de Smichov, prè gue, dont l'une sert de réserve. Ce sont chaudières à contre-courant à bouilleurs, nant une pression de 7 atmosphères et de garnitures complètes de sûreté ; elles alimentées par des pompes à vapeur fourn chacune 9000 litres d'eau par heure.

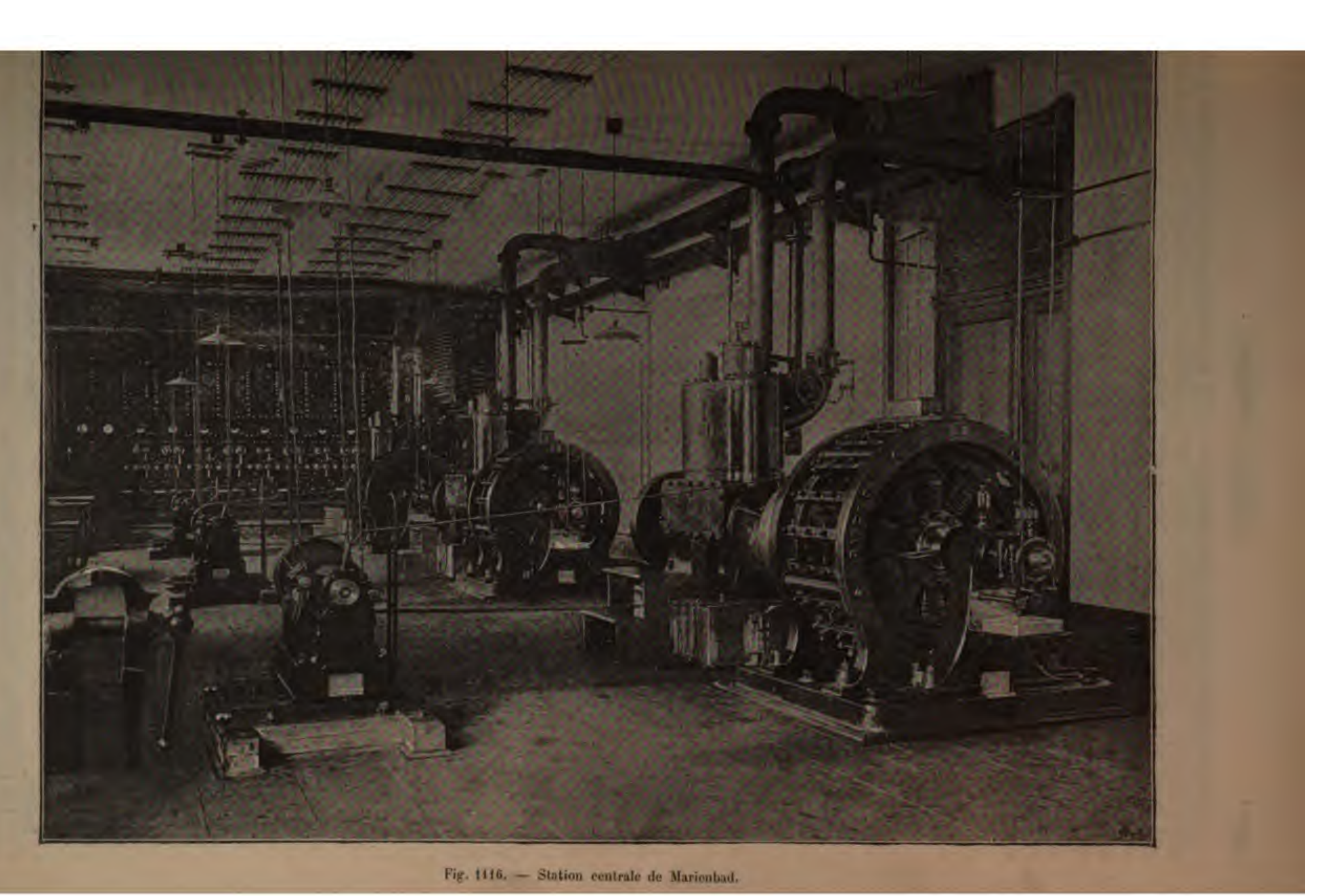


Fig. 1116. — Station centrale de Marienbad.

L'une des pompes à vapeur peut puiser l'eau dans un puits situé dans la salle des chaudières et la refouler dans un réservoir, tandis que l'autre pompe subvient à l'alimentation des chaudières. Les deux pompes peuvent alterner. Trois injecteurs sont en réserve pour l'alimentation des chaudières; l'un des injecteurs est adapté à l'une d'elles. Un réservoir de fer, placé dans la salle des chaudières, sert de bassin de réserve. On a établi aussi, pou[r] d'économie, un réchauffeur d'eau d'ali[menta]tion, chauffé au moyen de l'échappem[ent] sorte que l'eau sous pression atteigne [.] 70° C. On a prévu en outre des purgeur[s] de condensation et des séparateurs d'[.] fonctionnement automatique. Les [.] chauds sont revêtus d'un bon isolant p[.] chaleur.



Fig. 1117. — Colonne pour transformateur à Marienbad.

La figure 1116 montre l'intérieur du bâtiment des machines. On aperçoit trois groupes de machines. Les dynamos à lumière et les moteurs à vapeur se voient à droite; les excitatrices, actionnées par courroies, sont à gauche. Le fond de la salle est occupé par le tableau de distribution.

Les conducteurs électriques qui transmettent le courant sont aériens et supportés par des mâts espacés de 30 mètres. Hors de la ville, ces mâts sont constitués par de simples [.] télégraphiques. Dans la ville, on a ch[.] leur donner un aspect plus élégant.

Le courant est amené à des transfo[rmateurs] Zipernowsky, qui à leur tour alimente[nt] [ré]gulateurs et les lampes à incandesce[nce] transformateurs destinés à l'éclairag[e] sont placés dans des colonnes de publi[cité] montées d'un support pour les con[ducteurs] (fig. 1117), ou sur des colonnes ornées.

, dans des cages de tôle munies de toits ıttières. Ceux qui servent à l'éclairage ıt disposés, soit sur des mâts en bois, ıtérieur des maisons, dans des locaux vant être fermés. Ils sont tous montés plaques de fer.

nducteurs secondaires sont portés par orts semblables à ceux qui soutiennent rimaires.

Les régulateurs et les lampes à incandescence sont tous montés en dérivation, et peuvent être mis facilement hors circuit. Des paratonnerres à plaques sont intercalés en divers endroits. Les lampes à arc servant à l'éclairage public sont portées par des colonnes en fonte (fig. 1118), surmontées d'un abat-jour horizontal, et munies d'une applique latérale pour lampe à incandescence. Après minuit, les régulateurs sont

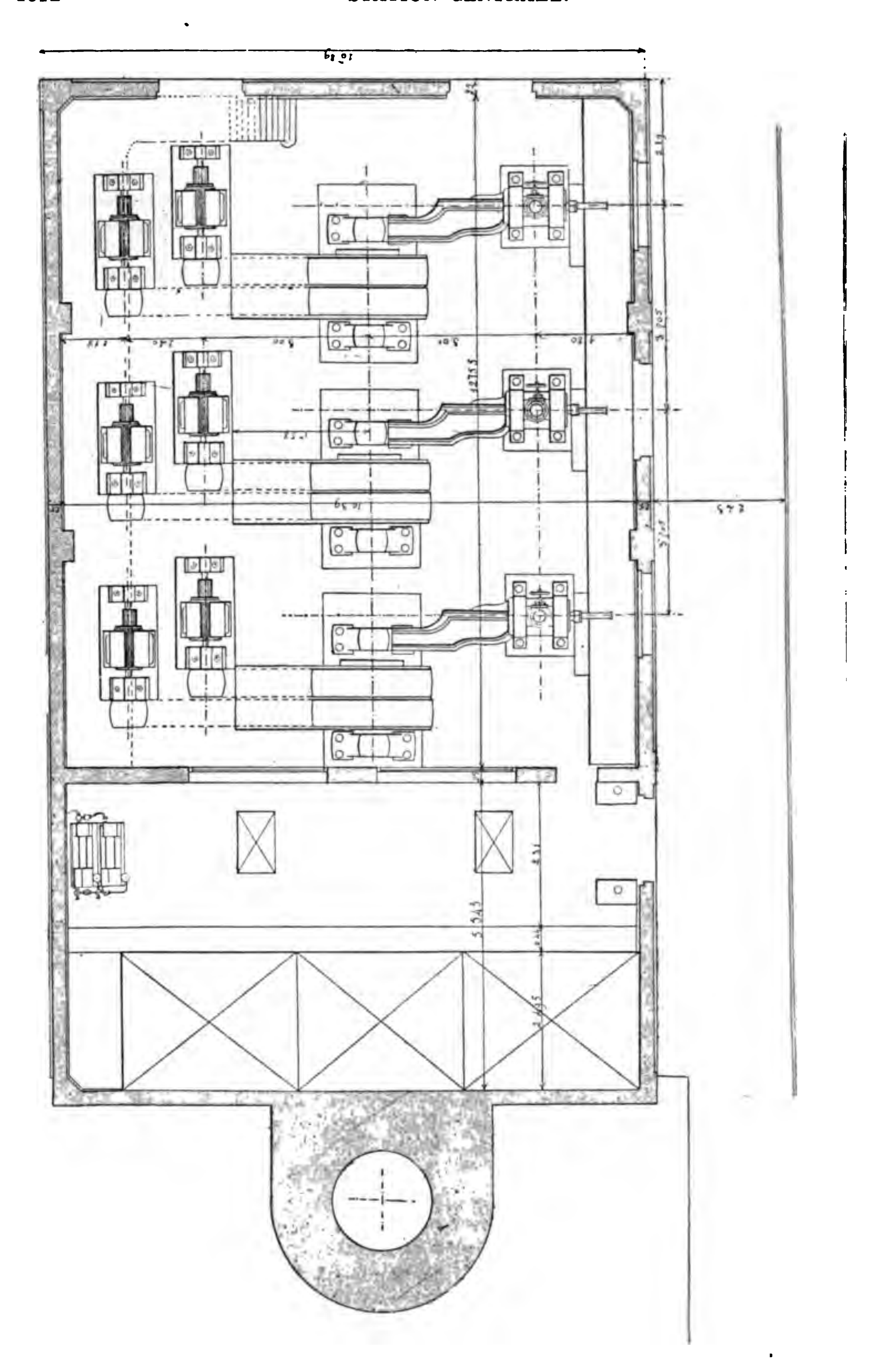


Fig. 1118. — Colonne pour l'éclairage public à Marienbad.

remplacés par les lampes à incandes- nombre de 60. En hiver, on n'emploie ernières.

age particulier comprend actuelle- 0 lampes à incandescence et 48 régu- épartis entre 59 abonnés.

centrales de Livourne, d'Alzano Mag- nsbruck. — Ces trois stations sont éga- ontées d'après le système Zipernowsky. mière, installée par la Société Édison de Milan, fonctionne depuis le 29 septembre 1888. Elle comprend trois machines à courants alternatifs de 80 000 watts (2000 volts et 40 ampères), faisant 250 tours par minute, et accouplées directement avec leurs machines à vapeur. Elles sont excitées par deux dynamos à courant continu type Δ; une troisième sert de rechange. Les trois machines à courants alternatifs sont accouplées parallèlement. La vapeur est fournie par des générateurs Babcox-Wilcox.



ombre des lampes Édison installées en 389 équivalait à 1235 lampes de 16 bouɔnt 1120 au plus brûlent en même temps. ıitation commence une heure avant le r du soleil et s'arrête une heure avant son

no Maggiore est une petite ville dans le ıge de Bergamo, dans la Valle Seriana, dans une des parties les plus riches en :ie de la Lombardie. Le grand nombre de d'eau qui distinguent cette contrée en terrain très favorable pour l'installation d'usines électriques pour l'éclairage et la distribution de la force.

La *Società Alzanese di Elettricità* s'est formée en 1889 pour exploiter une chute d'eau située à 2 kilomètres d'Alzano et pour transformer son énergie en lumière et en force motrice. L'installation a été faite par la Société générale italienne d'électricité système Édison.

Une chute d'eau de 128 mètres de hauteur actionne deux turbines qui sont couplées directement avec deux machines à courants alternatifs, du système Zipernowsky, type A (Voy.

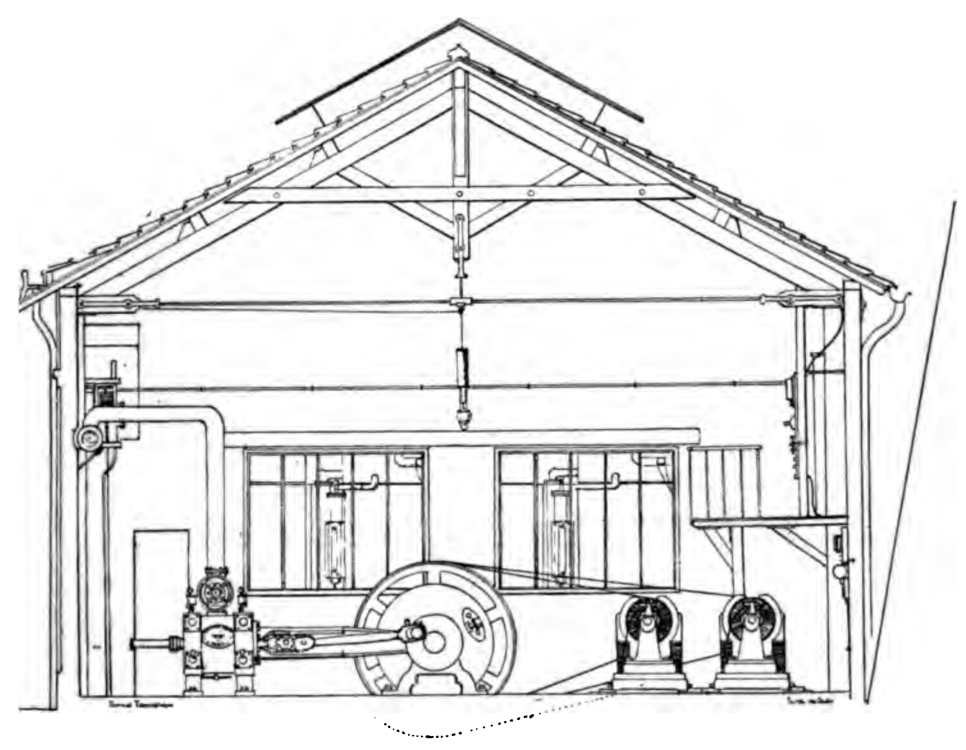


Fig. 1120. — Coupe de la salle des machines.

6). Ces machines ont une puissance de watts (2000 volts × 25 ampères). Elles :tionnées par deux dynamos à courant . type Δ, qui reçoivent le mouvement des des turbines par l'intermédiaire de cour-In troisième groupe de machines est en nstallation.

ımpes employées, qui sont de puissance ɜ, consomment environ 32000 watts, ce respond à 600 lampes à incandescence ougies. La distribution de force motrice ondra à environ 60 chevaux.

ation centrale d'Innsbruck a été installa *Augsburger Gasgesellschaft*, propriétaire de l'usine à gaz de la ville, avec le concours de MM. Ganz et Cie de Budapest, d'après le système Zipernowsky. Elle a été mise en exploitation le 17 août 1889 : la force motrice est fournie par une chute colossale, située à 3 kilomètres, dans la Mülhauerklamm. Une faible partie seulement de cette chute est amenée par des tuyaux dans la station centrale, où deux turbines de 125 chevaux actionnent deux machines à courants alternatifs Zipernowsky, de 80000 watts chacune. Ces machines sont excitées par 2 dynamos à courant continu, type Δ 2, et produisent chacune un courant de 40 ampères et 2000 volts.

Ce courant est amené jusqu'à la ville d'Innsbruck par des conducteurs aériens de cuivre nus, qui se continuent dans l'intérieur de la ville par des câbles concentriques.

Cette installation est surtout remarquable parce qu'elle alimente, non seulement des régulateurs et des lampes à incandescence, mais aussi des moteurs à courants alternatifs.

Station centrale de la gare Saint-Lazare. — Cette installation a été faite par la Société d'éclairage et d'appareillage électriques.

Au 1er janvier 1891, elle comprend :

208 régulateurs du système Cance dont :

7 régulateurs de 25 à 30 ampères et 150 à 200 carcels ;

162 régulateurs de 8 ampères et 40 carcels ;

39 régulateurs de 5 ampères et 25 carcels ;

Et 6 lampes à incandescence de 0,9 ampère et 16 bougies.

Les emplacements éclairés sont les suivants :

Cours de départ, banlieue et grandes lignes.

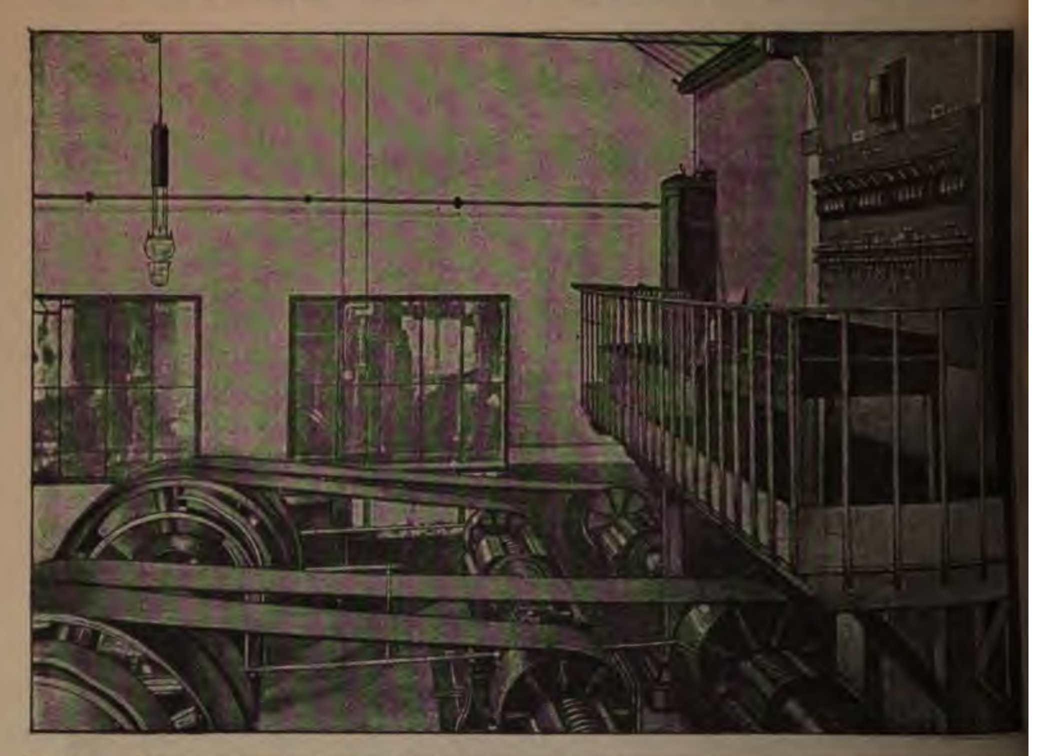


Fig. 1121. — Vue de la salle des machines et du tableau de permutation (d'après une photographie communiquée par la compagnie du chemin de fer de l'Ouest).

Escaliers, vestibules et salles des bagages au rez-de-chaussée.

Grande salle des Pas-Perdus et guichets de distribution des billets.

Salles d'attente, banlieue et grandes lignes.

Douane, bagages et cour d'arrivée des grandes lignes.

Quais de départ et d'arrivée.

Voies principales et de manœuvres entre les halles et le tunnel des Batignolles.

La grande salle des Pas-Perdus peut être éclairée à volonté par 5 régulateurs de 25 à 30 ampères, ou 11 de 8 ampères.

L'usine électrique est située près du tunnel des Batignolles. Elle est divisée en deux parties, une salle pour les générateurs et une pour les machines à vapeur et dynamos. Dans cette salle et sur une galerie formant étage on a placé le tableau de permutation.

L'usine comprend trois groupes distincts, composés chacun d'un générateur Belleville, d'une machine à vapeur horizontale à 4 tiroirs sans condenseur, système Corliss, de la maison Lecouteux et Garnier, et de deux dynamos Gramme, type supérieur, à enroulement compound. L'un des groupes sert de rechange et de secours.

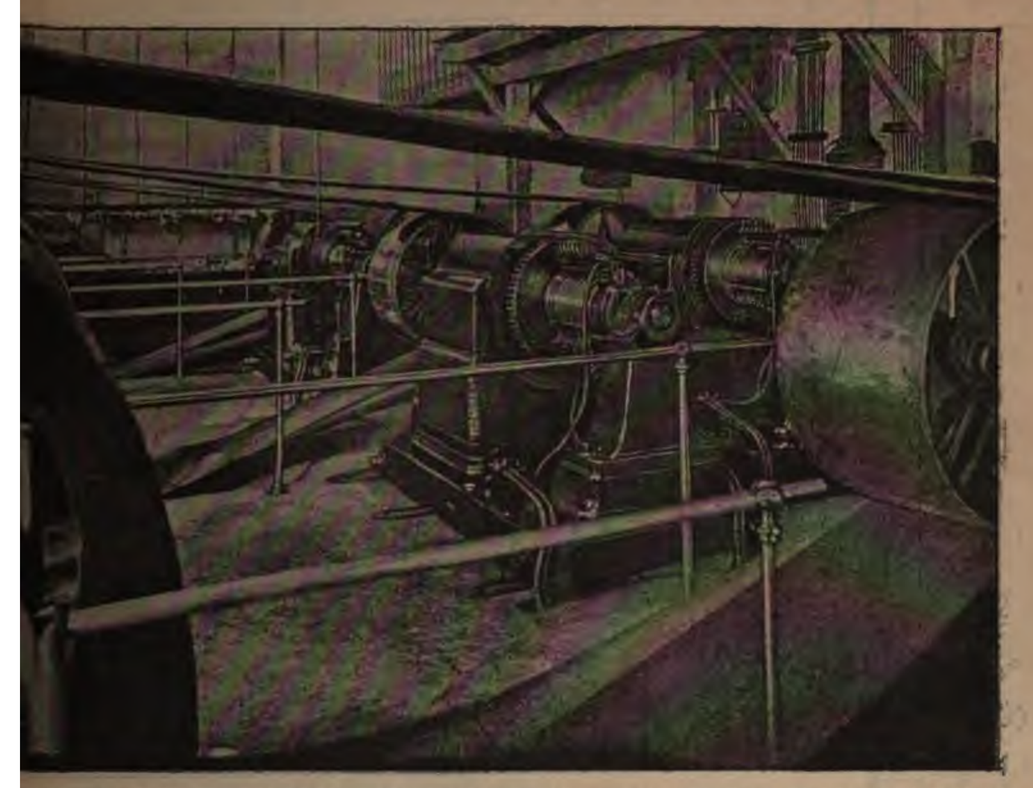
Chaque machine à vapeur, d'une force

e de 140 chevaux, tourne à 180 tours par nute, alimentant directement par courroie deux dynamos dont la vitesse de rotation de 500 tours par minute, leur débit maximum étant de 450 ampères avec une différence potentiel de 105 volts aux bornes.

En raison de l'exiguïté du local, on a augmenté considérablement la largeur des courroies pour compenser le peu de distance des s des dynamos aux arbres des machines à eur.

L'enroulement compound des dynamos présente cette particularité que les deux électros sont alimentés parallèlement par le circuit principal, c'est-à-dire qu'au lieu de recevoir le courant total ils en reçoivent chacun la moitié.

Cette usine est représentée en plan et en élévation dans les figures 1119 et 1120. La première montre le plan de l'usine entière; à gauche, la salle des chaudières, à droite celle des machines; on voit dans cette dernière la position



1122. — Détails d'un groupe de machines (d'après une photographie communiquée par la compagnie du chemin de fer de l'Ouest).

trois groupes de machines. La figure 1120 ntre une coupe verticale faite transversalent dans la salle des machines; on y voit faitement tous les détails de l'un des grou-, la machine à vapeur à gauche et les deux amos à droite. Au-dessus de ces dernières trouve la galerie qui porte le tableau de mutation. Deux ouvertures placées au fond sent apercevoir l'intérieur de la salle des udières.

es deux figures suivantes montrent l'intér de la salle des machines d'après des photaphies. La première représente en perspective une partie de la coupe de la figure 1120; on y voit surtout l'aspect des dynamos, et, sur la galerie formant étage, on distingue les détails du tableau de permutation; les ouvertures du fond montrent l'intérieur de la salle des chaudières. La figure 1122 représente avec plus de détails un groupe de machines.

Le tableau de permutation, placé dans l'usine, est divisé en quatre parties distinctes correspondant chacune à l'une des dynamos qui doivent marcher en temps normal. Le courant y est amené par de gros câbles en cuivre isolés et sous plomb (fig. 1123).

Ce tableau est destiné :

1° A mettre les dynamos normales en circuit ;

2° A les remplacer en cas d'avarie par machines de secours ;

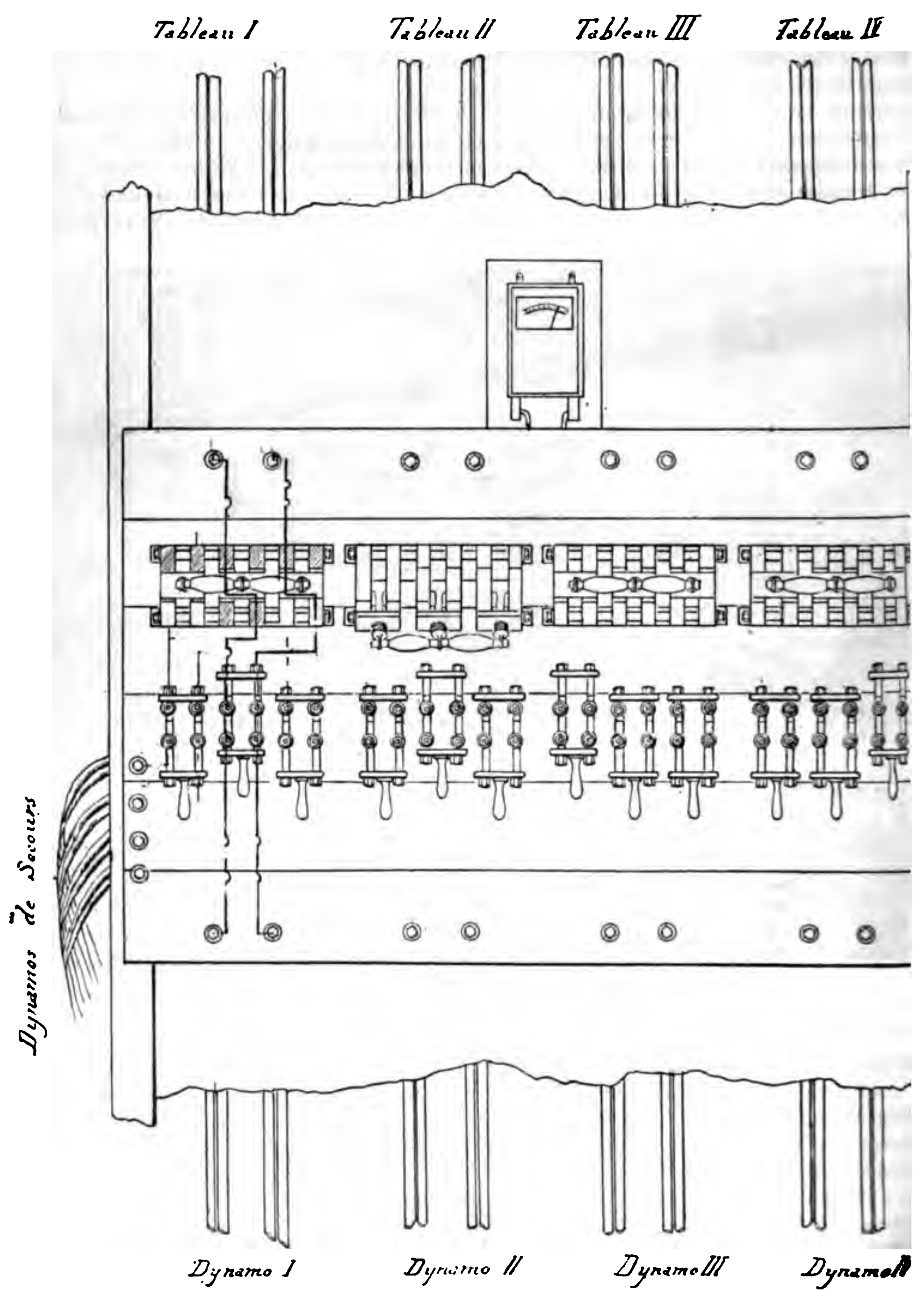


Fig. 1123. — Schéma du tableau de permutation de l'usine électrique de la gare Saint-Lazare.

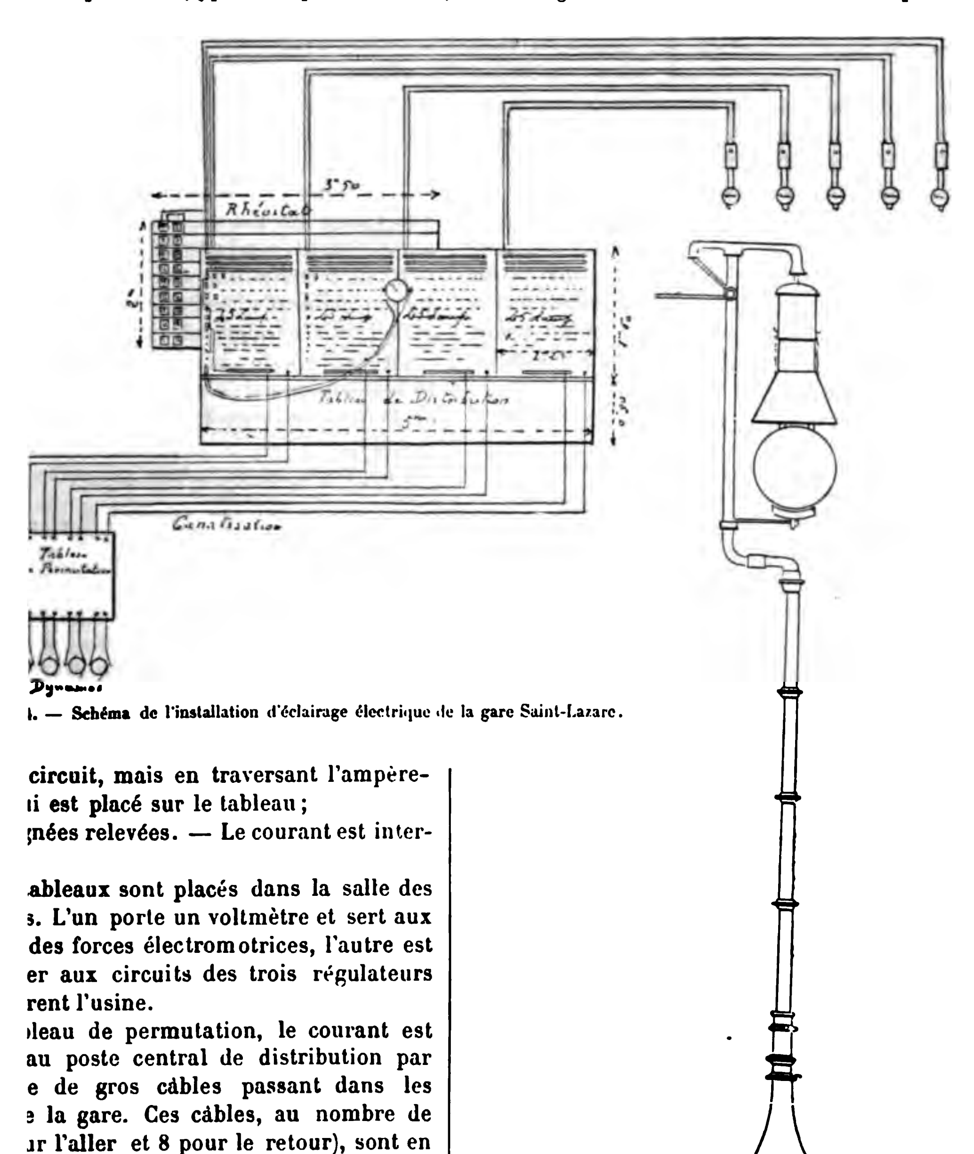
3° A mesurer à volonté le débit des dynamos sans modifier la marche ordinaire du courant.

Les deux premières conditions sur au moyen d'une première série

le courant traverse d'abord en venant mos et qu'on voit au bas du tableau. ensuite par les commutateurs à dis- « de prise de courant », qui sont placés s des premiers (type créé spécialement pour la gare Saint-Lazare). Ces commutateurs peuvent prendre trois positions différentes :

1° Poignées horizontales. — Le courant est dirigé dans le circuit extérieur;

2° Poignées abaissées. — Le courant passe



1. — Schéma de l'installation d'éclairage électrique de la gare Saint-Lazare.

Fig. 1125. — Candélabre en fonte pour l'éclairage des espaces découverts.

circuit, mais en traversant l'ampère- ii est placé sur le tableau;

;nées relevées. — Le courant est inter-

ableaux sont placés dans la salle des s. L'un porte un voltmètre et sert aux des forces électromotrices, l'autre est er aux circuits des trois régulateurs rent l'usine.

ıleau de permutation, le courant est au poste central de distribution par e de gros câbles passant dans les e la gare. Ces câbles, au nombre de ır l'aller et 8 pour le retour), sont en : haute conductibilité, fortement iso- ıus plomb dans le tiers du parcours. e faciliter le maniement de ces câbles, st composé de deux conducteurs ayant :00 mm.² de section soit 400 mm.² par ette disposition est adoptée également conducteurs qui réunissent les bornes mos au tableau de permutation.

ıte central de distribution est situé près des salles d'attente, à 720 mètres de l'usine électrique, avec lequel il est relié par téléphone. Il est à regretter que l'usine n'ait pu trouver sa

place au centre des locaux à éclairer, car la perte de charge qui en résulte est d'environ 20 volts.

Le tableau principal de distribution est divisé en quatre parties identiques, correspondant aux dynamos normales. Chaque partie est disposée pour 45 régulateurs de 5 ou 8 ampères. Tous les régulateurs, étant montés en dérivation, ont par conséquent chacun un circuit spécial aboutissant au tableau de distribution. On voit cette disposition sur la figure 1124, qui représente l'ensemble des communications. On perçoit au bas le tableau de permutation, qui est représenté en détail dans la figure précédente et au-dessus le tableau de distribution. Le dessin montre en outre les circuits aboutissant à chacun des régulateurs, et les communications qui relient les diverses parties de l'installation.

Chaque régulateur nécessite les appareils suivants :

1° Un coupe-circuit à fil fusible ;

2° Une prise de fil pour l'ampèremètre ;

3° Un commutateur pour l'allumage ou l'extinction ;

4° Un indicateur magnéto-optique de fonctionnement ;

5° Un rhéostat de réglage.

Les 4 premiers appareils, ainsi que l'ampèremètre, sont fixés sur le tableau. Les rhéostats sont placés derrière et occupent un panneau spécial.

Deux tableaux plus petits sont destinés l'un aux 11 lampes de 8 ampères et l'autre aux 7 lampes de 30 ampères, qui éclairent la salle des Pas-Perdus. Sur ce dernier, les appareils sont de dimensions plus grandes, en raison de la forte intensité du courant.

Les fils sortent du poste de distribution et sont amenés aux régulateurs en passant dans des caniveaux en bois placés sur les toits, et supportés par des tubes en fer livrant passage aux conducteurs dans les endroits voulus. Un système particulier de suspension permet de lever et d'abaisser les régulateurs sans interrompre le circuit.

Pour les espaces découverts, les suspensions sont remplacées par des candelabres en fonte (fig. 1125) ; les globes ont un diamètre plus grand ; les fils conducteurs sont en bronze siliceux de 2 et 3 millimètres de diamètre, isolés sur porcelaine. La hauteur des foyers au-dessus du sol est généralement de 4,10 m.

Un petit poste de distribution, spécial à 16 régulateurs qui éclairent le dessus du pont de l'Europe et les voies au delà des quais, est installé près des messageries ; la disposition des appareils est la même que celle adoptée pour le poste central.

L'installation générale est complétée par un laboratoire de photométrie situé dans les sous-sols de la gare.

On a vu que la perte de charge est de 20 volts entre l'usine et le tableau de distribution. Le voltmètre accuse 90 volts aux bornes des dynamos. La différence de potentiel est donc de 70 volts aux bornes d'arrivée du tableau de distribution ; elle n'est plus que de 50 volts aux bornes des lampes. On a par conséquent une perte de charge totale de 40 volts sur 90. Le rendement est sensiblement supérieur à 50 p. 100.

T

TAXE TÉLÉGRAPHIQUE. — Le 12 janvier 1891, le Ministre du commerce a fait signer un projet de loi portant approbation des tarifs télégraphiques arrêtés dans la conférence télégraphique internationale de Paris, le 21 juin 1890, et des arrangements particuliers conclus avec l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Russie et la Suisse.

Ces arrangements présentent de nombreux avantages pour le public.

C'est ainsi que la taxe télégraphique est abaissée :

Pour la Russie, de 60 à 40 cent. par mot; pour l'Allemagne, de 20 à 15 cent. ; pour la Suède, de 35 à 30 cent. ; pour la Belgique et la Suisse, de 15 à 12 cent. 1/2; pour les Pays-Bas, de 20 à 16 cent. 1/2 ; pour le Luxembourg, de 12 1/2 à 10 cent. ; pour l'Autriche-Hongrie, de 25 à 20 cent. ; pour le Sénégal, de 2 fr. 50 à 1 fr. 50.

Les mots composés compteront pour un mot. De plus, on pourra recevoir communication des télégrammes par téléphone. La remise sera faite au destinataire seul. Les avis de non-re

e seront gratuits. Les télégrammes urgents ont un droit de priorité. Le remboursement a obligatoire pour les mots non employés. in, le vocabulaire international sera comé de 200 000 mots.

AXE TÉLÉPHONIQUE. — Nous ajouterons renseignements déjà donnés le texte d'un ret récent (novembre 1890), qui a créé, pour heures de nuit, un tarif de conversation à réduit dans le service de la correspondance phonique interurbaine.

RT. 1er. — Il est créé, pour les heures de nuit, arif de conversation à prix réduit dans le service a correspondance téléphonique interurbaine.

RT. 2. — Ce tarif est fixé, par unité de converon téléphonique interurbaine et par 100 kilomè- ou fraction de 100 kilomètres de distance entre points reliés par la ligne téléphonique, à 30 cens pour les conversations ordinaires et à 20 cens pour les conversations par abonnement.

RT. 3. — L'abonnement comporte l'usage quoti- et à heure fixe d'une période de conversation minutes par un circuit spécialement désigné. durée de l'abonnement est d'un mois au moins; se prolonge de mois en mois par tacite reconion. L'abonnement peut être résilié de part et tre, moyennant avis donné cinq jours à l'avance.

RT. 4. — Les abonnés obtiennent la communica- au moment précis arrêté de commun accord, oins qu'il n'y ait une conversation engagée e deux autres personnes. Les minutes inutili- dans une séance ne peuvent être reportées à autre séance.

utefois, si la non-utilisation est due à une interion de service, la compensation est, autant que ible, accordée à l'abonné dans la même soirée.

RT. 5. — Il n'est fait aucun décompte de taxe à on d'une interruption de service d'une durée de s de vingt-quatre heures. Passé ce délai de t-quatre heures, il est remboursé à l'abonné, chaque période nouvelle de vingt-quatre heu- un trentième (1/30) du montant de l'abonnet.

RT. 6. — Les circuits sur lesquels il pourra être application du tarif réduit et les heures pendant uelles les conversations pourront être échan- sous ce régime seront déterminées par arrêté stériel.

RT. 7. — Le Ministre du commerce, de l'industrie s colonies est chargé de l'exécution du présent et, qui sera inséré au *Journal Officiel et au tin des Lois*.

Fait à Paris, le 31 octobre 1890,

Signé : CARNOT.

ÉLÉGRAPHIE. — M. de Baillehache a ima- récemment un appareil qui permet d'ap- tel poste que l'on veut sur une ligne par eul fil; cet appareil est une modification de télégraphe imprimeur, employé au Crédit nnais et à la Société générale pour la transion des cours de bourse, ainsi que dans certains champs de tir de l'armée et à l'école d'Athènes.

Le manipulateur se présente sous la forme employée par les appareils à cadran, mais il opère par inversion de courant, au moyen d'une double godille mise en mouvement par une roue sinueuse, au centre de laquelle est fixée la manette.

Les branches de la godille viennent alternativement toucher le pôle positif et le pôle négatif de la pile. Une couronne isolée, placée au centre du plateau, communique avec le récepteur.

Quand la manette touche cette couronne par l'intermédiaire du ressort qui y est fixé, c'est-à-dire pendant tout le temps de la rotation, le courant est envoyé sur la ligne, mais, quand elle est au repos, c'est-à-dire engagée dans un des crans du pourtour, le courant est interrompu. C'est à ce moment qu'a lieu l'impression de la lettre et, dans le cas qui nous occupe, le déclenchement de la sonnerie locale, au poste appelé.

Le récepteur d'appel se présente sous la forme d'un récepteur à cadran ordinaire. Il est composé d'un mouvement d'horlogerie, dont le barillet porte une roue dentée qui commande par une série de roues et de pignons le jeu de l'arbre, qui porte d'un côté (face à l'opérateur) l'aiguille du cadran, de l'autre (derrière l'appareil) la roue des types ou, comme nous le verrons plus loin, une aiguille rigide destinée à assurer un contact, au moment où un poste de la ligne est appelé.

On distingue dans le récepteur deux échappements : l'un produit l'impression et est commandé par la culasse mobile de l'électro-aimant. Celle-ci est maintenue contre l'électro-aimant en attraction constante pendant le passage des courants et n'est rejetée en arrière, en pivotant sur deux vis à pointe, qu'au moment où la manette du manipulateur, entrant dans un cran de la couronne, interrompt le courant : l'autre échappement commande directement l'aiguille et permet à la palette d'avant de vibrer sous l'influence des courants inverses, lancés pendant la rotation de la manette.

Cette palette de l'échappement de l'aiguille d'avant est soumise à l'action du pôle d'un aimant placé sous le récepteur : elle change de sens, à chaque inversion de courant produite par le manipulateur, et oscille librement.

Ceci posé, supposons plusieurs appareils montés en embrochage sur une même ligne avec terres aux extrémités.

Si on a supprimé sur la roue des types toutes les lettres en saillie, sauf la lettre E par exemple, et qu'en manipulant on arrête la manette dans chaque cran du pourtour de la couronne isolée, le déclenchement du levier d'impression aura lieu chaque fois que le courant sera interrompu, mais l'impression n'aura lieu qu'à la lettre E, parce que le levier d'impression frappera dans le vide à chaque lettre, sauf à la lettre E, cette lettre restant seule en saillie.

Ceci admis, si on a une série de postes à appeler, le premier (A) aura en saillie la lettre A sur la roue des types : le 2e (B) la lettre B, le 3e (C) la lettre C et ainsi de suite (étant supposé qu'une lettre appelée corresponde au nom d'un poste).

On conçoit facilement maintenant comment on peut produire l'appel dans tel ou tel poste.

La lettre en saillie sur la roue des types dans un poste est en blanc, c'est-à-dire en creux dans tous les autres récepteurs, où elle a été supprimée. Elle vient donc, dans le poste appelé, fermer un circuit local, au moment où le déclenchement du levier d'impression se produit, parce que deux lames de ressort représentant les extrémités de la ligne locale où est intercalée une pile capable d'actionner la sonnerie d'appel du poste, sont serrées entre la saillie de la roue des types et le levier d'impression, tant que la lettre en saillie demeure en face du bras de levier d'impression, c'est-à-dire pendant la position de repos de la manette du manipulateur.

Dans tous les autres postes, l'aiguille du cadran tournera, marquera le poste appelé à cause de l'arrêt produit, mais l'appel ne se produira pas, parce que les deux lames, quoique sollicitées à se toucher par le levier, ne rencontreront pas la lettre en saillie destinée à assurer mécaniquement le contact.

Pratiquement on peut remplacer la roue des types par une simple aiguille rigide, bien repérée et légèrement recourbée, décrivant la même révolution que la lettre en saillie. Elle est montée par un petit cylindre, avec vis de réglage, sur le même axe que l'aiguille du cadran, et par conséquent elles tourneront ensemble avec un angle variable dans chaque récepteur, c'est-à-dire dans l'appareil de chaque gare placée sur le même fil, toutes les gares ayant pour les désigner une lettre différente. Les deux mouvements sont solidaires ; l'aiguille du cadran indique la lettre, c'est-à-dire le poste appelé : l'autre aiguille assure par son contact le fonctionnement de la sonnerie de ce post appelé.

Cette seconde aiguille fait l'effet de la sailli d'une lettre de la roue des types.

Dans une révolution de 360°, elle ne ren contrera les lames de ressort qui ferment l circuit local qu'en une seule position : c'es alors que la sonnerie du poste qu'on veut appe ler tintera d'une façon continue, le circuit lo cal étant fermé par la rencontre des lames d ressort isolées et pressées l'une contre l'autr entre deux points momentanément fixes, l levier d'impression d'une part et l'aiguille ri gide ou saillie d'une dent, d'autre part.

Quant au montage en ligne, c'est aux ad ministrations appelées à employer cet appa reil à juger si elles doivent ne se servir qu de la sonnerie pour l'appel des postes placé sur une même ligne ou si elles désirent en même temps utiliser la lecture au cadran pou la transmission de leurs dépêches.

Grâce au principe de l'invers on, cette sort de télégraphe avec appel de poste direct es sans réglage.

La sonnerie d'appel peut aussi être utilisé pour accélérer les communications à établi entre les postes déjà pourvus de leurs appa reils, parce qu'en affectant deux fils, l'un di rect, spécial aux sonneries d'appel et par con séquent indépendant, l'autre « omnibus », allant de gare en gare, les agents chargés d service télégraphique dans les stations inter médiaires sauraient de suite le moment préci où une ligne est occupée par la transmissio de dépêches (leur cadran d'appel indiquant l poste appelé) et le moment où la dépêche s trouve terminée, puisque la gare qui a demand la ligne, en remettant son appareil à la croi (on suppose que cette gare a son récepteur dan le circuit, comme contrôle de la dépêche qu'ell transmet (même montage qu'au Crédit Lyon nais pour la transmission en simultané de cours de bourse), rappellerait en même temp à la croix tous les récepteurs d'appel placés su le fil direct, à l'aide de la manette du mani pulateur, qui est ramené au point initial, c'est-a-dire à la position d'attente.

Le nombre d'éléments de piles nécessaire quand les récepteurs d'appel se trouvent mul tipliés sur un même fil, n'est pas proportionnel au nombre de postes et dépend du reste de la manière dont les lignes sont installées, soit que les appareils travaillent en embrochage avec la terre aux deux extrémités, soit qu'ils soient placés en dérivation, avec des résistance

utiles pour équilibrer la ligne, de telle sorte que les piles trouvent, dans les stations intermédiaires, autant que possible, une même résistance équivalente à la longueur des lignes.

La mise en service faite depuis douze années dans les bureaux du Crédit Lyonnais et de la Société générale, avec les appareils imprimeurs, démontre les avantages que l'on peut obtenir au point de vue de la sûreté des transmissions avec des appareils à inversion de courant et, comme on l'a vu, les récepteurs d'appel sont des récepteurs imprimeurs, dont les organes sont similaires, mais avec des fonctions beaucoup moins complexes.

Il est bon d'ajouter que dans le cas où une même dépêche devrait être rapidement communiquée à plusieurs postes à la fois, l'appel peut être fait simultanément dans tous ces postes et la dépêche leur arrivera en une seule transmission.

Il y a donc aussi économie de temps, et les administrations comme l'État ont intérêt à alléger les poteaux d'une partie des fils de ligne qui les surchargent et à activer la transmission de leurs dépêches, par la suppression si lente des communications directes à demander de gare en gare.

THÉATRE (APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ AU). — Nous avons indiqué plus haut, notamment à l'article *Éclairage*, les principales applications de l'électricité, soit à l'éclairage des salles de théâtre, soit aux effets de mise en scène. Nous avons également signalé les bijoux lumineux de M. Trouvé et le flambeau électrique du ballet d'Ascanio. Nous ferons connaître encore quelques dispositions nouvelles.

Une des installations les plus récentes est celle de l'*Auditorium* de Chicago, qui a été terminée en 1888, et qui formera certainement une des attractions de l'Exposition universelle de 1893. L'éclairage est fourni par 10 machines dynamo-électriques, actionnées chacune par un moteur; il comprend 3 500 lampes à incandescence pour la salle, et 6500 pour les communs, qui renferment notamment un hôtel pour les voyageurs.

L'électricité contribue largement aussi aux effets de scène. Le chef d'orchestre a sous la main un *écho électrique*, qui se répercute dans les cintres à une hauteur de 30 mètres. L'organiste dispose de 117 registres et de 7124 tuyaux d'orgue, que l'électricité lui permet de manœuvrer avec une précision absolue.

A l'Auditorium, l'éclairage électrique est encore utilisé pour produire d'une manière très simple divers effets de scène très intéressants.

La lune est représentée par un disque translucide, que six lampes à incandescence éclairent par derrière. Des bobines de résistance permettent de faire varier l'intensité du courant et par suite l'éclat lumineux du disque.

Pour d'autres effets, notamment pour les nuages et les horizons transparents, on se sert d'une toile de fond transparente, qu'on éclaire par derrière au moyen d'une lanterne électrique, analogue à celles des fig. 233 et 235. On peut donner à cette lanterne montée sur rails un recul suffisant pour qu'elle éclaire la toile entière. Les effets à produire n'ayant ordinairement qu'une durée très courte, on peut faire usage d'une lampe électrique très simple, complètement dépourvue de mécanisme régulateur.

On place alors devant la lampe un disque transparent, qu'on fait tourner lentement autour de son centre à l'aide d'une manivelle, et sur la périphérie duquel sont peints, avec des couleurs transparentes, les nuages ou autres objets qu'on veut représenter. Cette partie du disque passe seule dans le champ de l'appareil, et l'image des objets peints se projette sur la toile de fond et la traverse lentement. On peut même faire varier les teintes en interposant devant le disque des plaques de verre peintes de couleurs convenables.

Le mouvement des vagues est imité en faisant passer devant la lampe deux plaques de verre portant des ondulations et se déplaçant en sens contraire.

Pour imiter les éclairs, on fait tourner de même devant la lampe un disque sur lequel on a représenté différentes formes d'éclairs. Un second disque, opaque et percé de deux trous voisins, tourne devant le premier. Il est mû par la même manivelle que le premier, à l'aide d'un pignon, dont le nombre de dents est calculé de façon à multiplier la vitesse dans le rapport voulu. Dans sa rotation rapide, ce disque démasque successivement chaque éclair peint sur le premier, seulement lorsque l'un des deux trous passe devant le dessin. Chaque éclair est donc vu deux fois de suite, pendant deux instants très courts et très rapprochés. On imite parfaitement ainsi la rapidité d'apparition et l'espèce de tremblement ou de vacillation qui accompagne les éclairs naturels.

Nous signalerons enfin une curieuse application de l'électricité faite récemment à l'*Union Square Theatre* de New-York, pour représenter une course de chevaux, dans une pièce

intitulée *The County Fair* (La Foire du comté).

Tout l'appareil fonctionne à l'aide de moteurs électriques placés dans les dessous, tandis qu'un autre moteur électrique commande le mouvement du rideau. A la fin du troisième acte, on fait la nuit pendant quelques instants, puis on rallume brusquement les lampes électriques. On aperçoit alors des chevaux courant de gauche à droite sur le devant de la scène; les chevaux se déplacent réellement, mais, pour produire l'illusion d'une course rapide, la toile de fond fuit rapidement vers la gauche, ainsi qu'une palissade placée à 4 mètres en avant des chevaux et qui les sépare du public. Le décor et la palissade se déplacent exactement avec la même vitesse. A la fin de la course, on voit au fond la tribune du jury et l'un des chevaux, se détachant peu à peu du groupe, gagne d'une encolure.

L'illusion est complétée par un ventilateı placé à droite de la scène, qui envoie un coı rant d'air destiné à secouer les crinières d chevaux, enfler les casaques des jockeys soulever un nuage de poussière.

Tous ces mouvements sont dus à des moteu électriques. La palissade est implantée dan une courroie sans fin, qui se déplace vers l gauche. La toile du fond s'enroule de droite gauche sur un tambour commandé par un en grenage d'angle. Les chevaux sont montés su des bandes sans fin qui peuvent recevoir de vitesses différentes. Vers la fin de la course, o augmente un peu la vitesse du cheval qui doi gagner.

Un tableau de distribution, placé sur le plan cher de la scène, permet de faire commande toutes les manœuvres par une seule per sonne.

FIN DU SUPPLÉMENT.

6065-90. — CORBEIL. Imprimerie CRÉTÉ.



